

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ**

**FACULTAD DE INFORMÁTICA, ELECTRÓNICA Y COMUNICACIÓN**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN INFORMÁTICA**

***Prueba de Concepto de Un Sistema de Telefonía  
VoIP Utilizando Redes Inalámbricas de Tipo Mesh***

**TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN INGENIERIA INFORMATICA**

**ELABORADO POR:  
CESAR SANTAMARIA V.**

**6-708-2265**

**VICTOR TEJADA Y.**

**8-770-2889**

**PANAMA  
SEPTIEMBRE, 2010**

## PROFESOR ASESOR

Dr. Iván Armuelles

Departamento de Electrónica y Comunicación



## AGRADECIMIENTOS

Hubo compañías e instituciones que nos dieron apoyos claves durante nuestro tiempo de trabajo. Queremos agradecer los sus aportes, los cuales resultaron esenciales durante el desarrollo de nuestra investigación:

Damos las gracias a la ingeniera María Gabriela Fong y a Maga Systems & Consulting, por sus recomendaciones y por facilitarnos documentación técnica de sobre el software Asterisk junto a adaptadores ATA, para el levantamiento de la infraestructura telefónica de la investigación. Su apoyo funcionó para hacer pruebas y evaluaciones más próximas a un modelo real de uso de la plataforma de servicios de voz sobre IP.

Estamos muy agradecidos por las entrevistas obtenidas con voluntarios y miembros de la iniciativa no-comercial Freifunk ubicada en Berlín, Alemania y Ninux ubicada en Roma, Italia. Sus comentarios y recomendaciones fueron certeros para corroborar algunos elementos observados durante la investigación y eliminar barreras encontradas durante el levantamiento de la infraestructura de red mesh conceptualizada en el proyecto.

Hacemos mención de la colaboración de Fabián Omar Franzotti, desarrollador activo para el proyecto de software libre X-Wrt. Agradecemos las entrevistas y recomendaciones durante la instalación y pruebas de la red mesh.

De igual manera estamos muy agradecidos por el espacio físico y equipamiento proporcionado por la Facultad de Informática, Electrónica y Comunicación a través del proyecto ING06-020: “Desarrollo de Servicios Cooperativos (Collaborative Services) para Redes de Datos de Banda Ancha”; un proyecto financiado por SENACYT y la república de Panamá.

## DEDICATORIAS

CESAR:

Quisiera agradecerle al Señor Jesucristo por haber encarrilado mis esfuerzos universitarios y permitirme conocer y enrolarme en esta institución. Le dedico de manera primaria todo el esfuerzo de esta investigación, la cual es fruto de haber tomado algunos riesgos y las decisiones correctas durante mi carrera hacia la licenciatura en ingeniería informática.

Estaré siempre muy agradecido por haberme topado en el inicio de mi vida universitaria, con el profesor Ramsés Morales, Ph.D. Fueron esas clases que iluminaron mi mente sobre en quien podría convertirme una vez que fuese un ingeniero. Le agradezco muchísimo su influencia certera en mi carrera profesional durante mi tiempo en la USMA, aquel semestre de 2002.

Dedico este trabajo de igual forma a mis padres, que me permitieron desenvolverse con la mayor libertad posible y apoyaron mis decisiones durante este camino. Mamá, Papá, siempre les estaré agradecido por ser ejemplo para mí en materia de profesionalismo y pasión por sus vocaciones y carreras.

La Ing. María Gabriela Fong fue de gran apoyo durante la gestación del concepto de la investigación. Estaré muy agradecido siempre por las sesiones de asesoría que me brindó, además de prestarnos más de B./1000.00 en equipo para el desarrollo y las pruebas. Gaby, muchas gracias.

Agradezco mucho al profesor Iván Armuelles, su interés en el tema de investigación y en ayudarnos a mantener el norte durante el desarrollo de la misma. Sin duda ha sido una gran influencia para mis primeros pasos en la disciplina de la investigación y desarrollo.

Finalmente, deseo agregar que los esfuerzos pioneros de la profesora Aris Castillo de la Universidad Tecnológica de Panamá sobre redes inalámbricas para comunidades rurales fueron de gran inspiración durante años, para desarrollar el concepto que hoy investigamos y desarrollamos. Le dedico este esfuerzo como continuación en la senda que ella con sus esfuerzos personales y profesionales inició en nuestro país.

VÍCTOR:

Estoy muy agradecido con DIOS porque siempre me dio las fuerzas durante este proyecto, además a Jesucristo y el Espíritu Santo por estar siempre dándome la guía necesaria en las decisiones. Mis padres Valentina Yau de Tejada y Víctor Tejada Bello son las personas que me desearon lo mejor en esta tesis y me dieron su apoyo incondicional siempre estaré agradecidos con ellos.

Por otro lado muchas gracias a la empresa The Louis Berger Group y su personal que su ayuda fue necesaria para obtener más conocimientos en temas que desconocía pero gracias a ellos pude comprender muchas cosas.

Un gran protagonista fue el profesor Iván Armuelles que acepto ser nuestro asesor de tesis, estuvo con nosotros investigando como un integrante más del grupo, además nos facilito las instalaciones del laboratorio sin condiciones.

También mi amiga Indira Garay que gracias a ella se hizo pruebas de la red mesh que creamos en el laboratorio utilizando servicios de Internet.

Durante el desarrollo de la tesis conocí a personas muy amables de otros países que fueron de gran ayuda y que estoy muy agradecido con ellos. Los nuevos amigos de la comunidad Freifunk que en la actualidad son miembros activos de la misma. Uno de ellos es Manuel Munz, estudiante de sociología el cual me explico mucha teoría en lo que se refiere a las redes mesh además fue el contacto para conocer más personas dentro de la comunidad. Además Alexander Morlang gran amigo gracias a él pude conocer más del firmware de Freifunk y su configuración; sin la ayuda de él, muchos paquetes de instalación no los hubiese entendido. No podía dejar de dar gracias a Fabián Omar Franzotti por la gran cantidad de documentación y consejos que me brindo. Estoy muy agradecido con Edwin Chen de Atcom por las recomendaciones que me brindo durante toda la investigación.

Estaré siempre agradecido con las personas que sin pensarlo me ayudaron de alguna u otra a forma con el desarrollo de este proyecto porque sin ellos no hubiera sido posible llegar hasta donde esta tesis nos ha llevado. No existe palabra alguna que pueda describir todo lo que hicieron por esta tesis la cual he disfrutado mucho; solo DIOS sabe que tanto amor le tengo a este proyecto.

GRACIAS A TODOS,

DIOS LOS BENDIGA.

# ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	13
I. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. Objetivos De La Investigación.....	15
1.2. Situación Actual .....	16
1.2.1. Planteamiento Del Problema.....	16
1.2.2. Presentación de la Solución .....	18
II. ASPECTOS TEÓRICOS DETRÁS DE LAS TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS	
22	
2.1. Redes Inalámbricas.....	23
2.1.1. WIMAX.....	23
2.1.2. HSDPA .....	23
2.1.3. WiFi (Wireless LAN) .....	23
2.2. Voz Sobre IP (VoIP) .....	27
2.2.1. H.323 .....	27
2.2.2. Session Initiation Protocol (SIP):.....	35
2.3. Aplicaciones Web.....	41
2.3.1. Componentes De La Web 2.0 .....	44

2.3.2.	Funcionamiento de Un Sitio Web 2.0 .....	45
III.	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD .....	46
3.1.	Planteamiento del problema.....	47
3.2.	Antecedentes .....	47
3.3.	Justificación .....	48
3.4.	Objetivos Del Estudio De Factibilidad.....	49
3.4.1.	General.....	49
3.4.2.	Específicos .....	49
3.5.	Viabilidad Técnica .....	50
3.5.1.	Introducción .....	50
3.5.2.	Características del Proyecto.....	50
3.5.3.	Beneficios del Proyecto .....	51
3.5.4.	Descripción De Las Tecnologías A Utilizar En El Proyecto.....	53
3.5.5.	Infraestructura Del Proyecto .....	54
3.6.	Viabilidad Económica .....	61
3.6.1.	Datos Iniciales.....	61
3.6.2.	Datos de Inversión.....	61
3.7.	Viabilidad Operativa .....	69
3.7.1.	Pequeña y Mediana Empresa (PYME).....	70
3.7.2.	Escuelas Primarias.....	72

3.7.3.	Comunidades Rurales .....	74
3.8.	Comentario Final .....	76
IV.	DESARROLLO TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN .....	78
4.1.	Diseño/Construcción de la Red .....	79
4.1.1.	Introducción .....	79
4.1.2.	Construcción .....	83
4.1.3.	Software de Monitoreo – Web Node Spy .....	102
4.2.	Diseño/Implementación de Sistema Voz Sobre IP (VoIP) .....	123
4.2.1.	Introducción .....	123
4.2.2.	Proceso de Configuración .....	123
4.3.	Diseño/Codificación Del Directorio Telefónico Web .....	131
4.3.1.	Introducción .....	131
4.3.2.	Listado De Requerimientos .....	132
4.3.3.	Análisis del Sistema .....	133
4.3.4.	Desarrollo del Sistema .....	140
4.4.	Ejecución De Pruebas A Todo El Sistema .....	147
4.4.1.	Esquema de Red .....	147
4.4.2.	Listado de Pruebas .....	148
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	151
5.1.	Conclusiones .....	152

5.2.	Recomendaciones Para Próximas Investigaciones.....	153
5.2.1.	Seguridad En El Servicio VoIP.....	153
5.2.2.	Seguridad en la red Mesh .....	154
5.2.3.	Otros Focos de Investigación A Considerar .....	156
VI.	BIBLIOGRAFÍA .....	158
6.1.	Material Impreso .....	159
6.2.	Internet.....	161
VII.	ANEXOS.....	163
7.1.	Código Fuente de Las Aplicaciones Desarrolladas.....	164
7.1.1.	Aplicación: Directorio Web.....	164
7.1.2.	Aplicación: Web Node Spy .....	206

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA I.1: DIAGRAMA INTERPRETATIVO DE LA SOLUCIÓN .....	18
FIGURA I.2: DIAGRAMA DE UNA RED FREIFUNK .....	19
FIGURA I.3: REDES FREIFUNK INTERCONECTADAS.....	20
FIGURA II.1: INFRAESTRUCTURA VS. DESCENTRALIZADA.....	25
FIGURA II.3: ELEMENTOS DE RED DENTRO DE LA ARQUITECTURA SIP .....	36
FIGURA II.4: SESIÓN IAX/IAX2.....	39
FIGURA II.5: ARQUITECTURA DE COMUNICACIÓN PARA SKYPE.....	40
FIGURA II.6: ZOHOWRITER - EJEMPLO DE APLICACIÓN WEB .....	42
FIGURA II.7: COMPONENTES DE AJAX.....	43
FIGURA IV.1: DISTRIBUCIÓN DE NODOS EN LA RED MESH .....	79
FIGURA IV.2: CON LA NUBE MESH VERIFICADA, ESTE ES EL ESQUEMA DIVERSIFICADO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED .....	81
FIGURA IV.3: SELECCIONE "EDIT CONNECTIONS" DEL MENÚ DESPLEGADO .....	85
FIGURA IV.4: "WIRED" CONTIENE LAS CONFIGURACIONES LAN PARA CADA TARJETA DE RED EN EL ORDENADOR .....	86
FIGURA IV.5: MENÚ DE CONFIGURACIÓN PARA INTERFAZ DE RED "ETH1" .....	87
FIGURA IV.6: SELECCIONE "MANUAL", PARA ASIGNAR UNA DIRECCIÓN IP MANUALMENTE .....	88
FIGURA IV.7: "ADD" PERMITIRÁ AGREGAR LOS PARÁMETROS DE RED REQUERIDOS.....	89
FIGURA IV.8: COMPROBAMOS QUE LA CONEXIÓN FUE AGREGADA AL LISTADO .....	90
FIGURA IV.9: SELECCIONAMOS LA CONEXIÓN CREADA CON ANTERIORIDAD .....	90
FIGURA IV.10: PANTALLA DE PUTTY, RECIBIENDO EL NOMBRE DE USUARIO PARA INICIAR SESIÓN .....	91
FIGURA IV.11: MENSAJE DE BIENVENIDA A LA SESIÓN. FREIFUNK SE INSTALÓ EXITOSAMENTE. ....	92
FIGURA IV.12: PANTALLA DE BIENVENIDA A INTERFAZ WEB DE FREIFUNK .....	93
FIGURA IV.13: SECCIÓN "ADMINISTRACIÓN" DEL FIRMWARE .....	94
FIGURA IV.14: SE COLOCA UN NOMBRE IDENTIFICADOR ÚNICO A CADA NODO, PARA PODER SER DIFERENCIADOS EN LOS ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE LA RED .....	95



FIGURA IV.15: LA SECCION "ADMINISTRACION OLSR", CONTIENE LOS PARAMETROS DE COMUNICACION DEL PROTOCOLO MESH.....	96
FIGURA IV.16: SECCIÓN "WIRELESS": PARÁMETROS DE CONECTIVIDAD WLAN PARA EL DISPOSITIVO .....	97
FIGURA IV.17: ENLACE "LAN": CONTIENE PARÁMETROS PARA SUBRED LAN PRIVADA DEL ROUTER.....	98
FIGURA IV.18: LA ASIGNACIÓN DE IDENTIFICADOR ÚNICO AL NODO ES UNA BUENA PRACTICA DE ADMINISTRACIÓN. NO INFLUYE EN LOS NIVELES DE CONECTIVIDAD DEL DISPOSITIVO .....	99
FIGURA IV.19: WEB NODE SPY - DIAGRAMA DE CASO DE USO.....	109
FIGURA IV.20: WEB NODE SPY - LOGIN DE USUARIO.....	110
FIGURA IV.21: WEB NODE SPY - MODULO DE MONITOREO.....	111
FIGURA IV.22: WEB NODE SPY - MODULO DE USUARIOS.....	112
FIGURA IV.23: WEB NODE SPY - DIAGRAMA DE ACTIVIDADES .....	113
FIGURA IV.24: WEB NODE SPY - DIAGRAMA DE ESTADOS .....	114
FIGURA IV.25: WEB NODE SPY - NODOS MOSTRADOS EN GOOGLE MAPS.....	120
FIGURA IV.26: WEB NODE SPY - EL ROLLOVER MUESTRA LA DIRECCION IP DEL NODO MESH.....	121
FIGURA IV.27: WEB NODE SPY - SE CONFIRMA QUE GOOGLE MAPS ESTA RECIBIENDO LA DIRECCION IP DE AMBOS NODOS MESH, Y LA DESPLIEGA .....	121
FIGURA IV.28: WEB NODE SPY - INFORMACIÓN DE TABLA DE RUTA PARA EL NODO MESH 192.168.20.50.....	122
FIGURA IV.29: WEB NODE SPY - INFORMACION DE TABLA DE RUTA PARA NODO MESH 192.168.20.4.....	122
FIGURA IV.30: SERVIDOR WEB DE ADMINISTRACIÓN PARA HANDYTONE.....	124
FIGURA IV.31: SERVIDOR WEB DE ADMINISTRACIÓN PARA SIPURA.....	125
FIGURA IV.32: ACCESO A ELASTIX .....	129
FIGURA IV.33: ELASTIX - MENÚ PRINCIPAL.....	129
FIGURA IV.34: ELASTIX - SELECCIÓN DE TIPO DE PROTOCOLO, PARA UNA NUEVA EXTENSIÓN .....	130
FIGURA IV.35: ELASTIX - CREACIÓN DE EXTENSIÓN TELEFÓNICA.....	130

FIGURA IV.36: ELASTIX - FLASH PANEL OPERATOR MOSTRANDO LA LÍNEA 3001; ESTA LÍNEA ESTA ACTIVA Y ES MANEJADA POR EL SOFTPHONE ZOIPER.....	131
FIGURA IV.37: DIRECTORIO WEB - DIAGRAMA DE ESTADOS.....	134
FIGURA IV.38: DIRECTORIO WEB - DIAGRAMA DE SECUENCIA.....	135
FIGURA IV.39: DIRECTORIO WEB - MAQUETA PARA SISTEMA DE ACCESO .....	136
FIGURA IV.40: DIRECTORIO WEB - PANTALLA DE REGISTRO.....	137
FIGURA IV.41: DIRECTORIO WEB - SECCIÓN DE BÚSQUEDA DE EXTENSIONES.....	138
FIGURA IV.42: DIRECTORIO WEB - MODELO DE DATOS .....	139
FIGURA IV.43: DIRECTORIO WEB - ASTERISK MANAGER INTERFACE (AMI) .....	140
FIGURA IV.44: DIRECTORIO WEB - PANTALLA DE ACCESO .....	142
FIGURA IV.45: DIRECTORIO WEB - FALLO DE ACCESO.....	143
FIGURA IV.46: DIRECTORIO WEB - MENÚ PRINCIPAL .....	144
FIGURA IV.47: DIRECTORIO WEB - BÚSQUEDA DE EXTENSIONES .....	144
FIGURA IV.48: DIRECTORIO WEB - BÚSQUEDA SIN RESULTADOS .....	145
FIGURA IV.49: DIRECTORIO WEB - ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS DEL SISTEMA .....	145
FIGURA IV.50: DIRECTORIO WEB - AGREGAR/EDITAR USUARIO.....	146
FIGURA V.1: PROTOTIPO DE MESH POTATO (HASTA ENERO 2010).....	156

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1: TABLA DE PRECIOS DE SOFTWARE .....	62
TABLA 3-2: TABLA DE PRECIOS DE EQUIPOS .....	63
TABLA 3-3: PRECIOS RESIDENCIALES PARA CABLE & WIRELESS .....	64
TABLA 3-4: PRECIOS EMPRESARIALES PARA CABLE & WIRELESS .....	64
TABLA 3-5: PRECIOS RESIDENCIALES PARA CABLEONDA.....	65
TABLA 3-6: PRECIOS RESIDENCIALES PARA MOBILPHONE .....	66
TABLA 3-7: PRECIOS EMPRESARIALES PARA MOBILPHONE .....	66
TABLA 3-8: PRECIOS DE INTERNET MÓVIL POR PARTE DE CLARO PANAMÁ.....	67
TABLA 3-9: PRECIOS DE SERVICIO WiMAX, POR PARTE DE WIPET PANAMA .....	67
TABLA 4-1: IMPLEMENTACIÓN DE RED - LISTADO DE EQUIPOS UTILIZADOS .....	80
TABLA 4-2: IMPLEMENTACIÓN DE RED - LISTADO DE SOFTWARE IMPLEMENTADO EN LA RED MESH .....	80
TABLA 4-3: EXTRACTO DE CAPTURA DE TRAFICO DE RED, GENERADO POR UNA LLAMADA TELEFÓNICA ENTRE DOS(2) TERMINALES EN LA RED MESH.....	128
TABLA 4-4: LISTADO DE PRUEBAS A LA RED MESH.....	148
TABLA 4-5: LISTADO DE PRUEBAS AL SERVICIO VOIP .....	149
TABLA 4-6: LISTADO DE PRUEBAS AL DIRECTORIO WEB .....	150

## RESUMEN

En los últimos años, Panamá ha estado pasando por avances importantes en materia de telecomunicaciones. Lastimosamente, la mayoría de estos movimientos innovadores no logran cubrir esferas importantes de la sociedad panameña. Existen, todavía en 2009, sectores importantes donde la innovación tecnológica no ha llegado para subsanar sus respectivas necesidades de comunicación a distancia.

Como investigadores, observamos que no se habían explorado todas las tecnologías disponibles para suplir necesidades de comunicación a distancia; por distintas razones. A raíz de esto, se pensó en investigar qué otras opciones de tecnología se podían utilizar para implementar un servicio de comunicaciones que no emergiera en un alto costo de implementación, y que pudiese madurar para ser un método más de comunicación a distancia tal como los que conocemos a través de los proveedores comerciales.

Nuestra investigación nos permitió evaluar y corroborar que la combinación adecuada de telefonía VoIP, redes inalámbricas tipo mesh y las tecnologías web pueden generar un modelo de servicio de comunicaciones para mercados donde la tecnología conocida no está supliendo la necesidad, de comunicar personas a grandes distancias o en sitios poco desarrollados económica y tecnológicamente.

Para ello, implementamos un servicio de telefónica privada con Voz sobre IP, sobre una plataforma de red inalámbrica mesh la cual es ideal para entornos agrestes y donde una señal centralizada puede ser degenerada rápidamente por los elementos del entorno. Como valor agregado a la solución también pensamos en la posibilidad de crear un directorio web, desde el cual se pudieran generar llamadas entre teléfonos IP sin hacer marcado. Una solución ideal para establecer enlaces de comunicación a grandes distancias, aprovechando la red Internet. Además, logramos desarrollar un sistema remoto de monitoreo del estado de la red mesh a través de Google Maps; en este sistema desde el sitio de Google se puede obtener el estado de los enrutadores inalámbricos, e información de red asociado a cada nodo.

Los resultados fueron exitosos; la implementación fue exitosa y además fue importante entender que el costo de implementación es considerablemente bajo en comparación a las soluciones comerciales conocidas. Concluimos reafirmando que nuestro país necesita, y puede hacerlo dado el resultado positivo de la investigación, explotar otros canales de desarrollo tecnológico de telecomunicaciones, fuera de lo que los proveedores ofrecen para así sufragar la necesidad de comunicaciones en los sectores del país.

# I. INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

## 1.1. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### Objetivos Generales:

- Hacer una prueba de concepto de un sistema de telefonía de voz sobre IP (VoIP), a través de una red inalámbrica tipo mesh con soporte para TCP/IP.

### Objetivos Específicos:

- Realizar un estudio de factibilidad acerca de los costos de implementar una red inalámbrica, junto a un sistema de telefonía VoIP.
- Comparar costos y beneficios de levantar la infraestructura de manera propia, frente a las opciones del mercado que proveen servicios similares al propuesto.
- Implementar un sistema de telefonía VoIP sobre una red inalámbrica.
- Desarrollar una aplicación web, que sea un directorio telefónico, permitiendo establecer llamadas a la red telefónica implementada.

## 1.2. SITUACIÓN ACTUAL

### 1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El desarrollo tecnológico actual ha permitido grandes avances en materia de comunicaciones humanas; sin embargo, no todos los grupos sociales están siendo beneficiados. Esta investigación tiene por objetivo explorar la implementación conjunta de un grupo de tecnologías, a fin de comprobar si las mismas pueden ser una implementación viable en el mundo real.

Actualmente observamos que las implementaciones de redes inalámbricas más conocidas son para locales de comercio (hoteles, resorts, centros comerciales, restaurantes, etc.), y algunos centros de enseñanza. Sin embargo, existen otros escenarios donde las comunicaciones inalámbricas pueden jugar un papel protagónico en ofrecer conectividad.

El uso de tecnologías de acceso distintas a las implementadas por los proveedores de servicio en su planta externa, recae en costos muy elevados los cuales son una condición base para considerar los niveles de cobertura, oferta y demanda posibles. Esto ocasiona que las facilidades de comunicación sean limitadas o en tal caso se restrinjan a los servicios básicos que el proveedor comercial decida implementar, basado por ejemplo en el costo asociado que ellos pueden manejar. Centros de investigación, como la Universidad de Panamá, deben explorar estas alternativas a fin de encontrar nuevas formas en que nuestra sociedad pueda ser la gran beneficiaria de las posibilidades existentes. Así mismo, una institución como ésta puede ser pionera a nivel nacional en investigaciones académicas que reviertan en avances en la integración de TICs para beneficio y apoyo de proyectos de desarrollo social.

Según estadísticas del 2009, Panamá tiene un porcentaje de penetración de internet del 27% [18]. Estamos acercándonos a casi un tercio de la población nacional con acceso a Internet y aun así todavía existen sectores sociales con servicios básicos de comunicación. Consideramos negativo este hecho, puesto que la infraestructura y la ‘cultura digital’ tiene cierto crecimiento pero en una forma escalonada, al ritmo de las inversiones de los proveedores de servicios y sin explorar en su totalidad las necesidades

y expectativas de nuestras comunidades. Este es el planteamiento del problema y con el siguiente trabajo investigativo pretendemos explorar una posible solución.



### 1.2.2. PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Esta investigación persigue demostrar que la combinación adecuada de telefonía VoIP, redes inalámbricas tipo mesh y las tecnologías web pueden generar un modelo de servicio de comunicaciones para mercados donde la tecnología conocida no está supliendo la necesidad, hoy en día básica, de comunicar personas a grandes distancias o en sitios poco desarrollados económica y tecnológicamente.

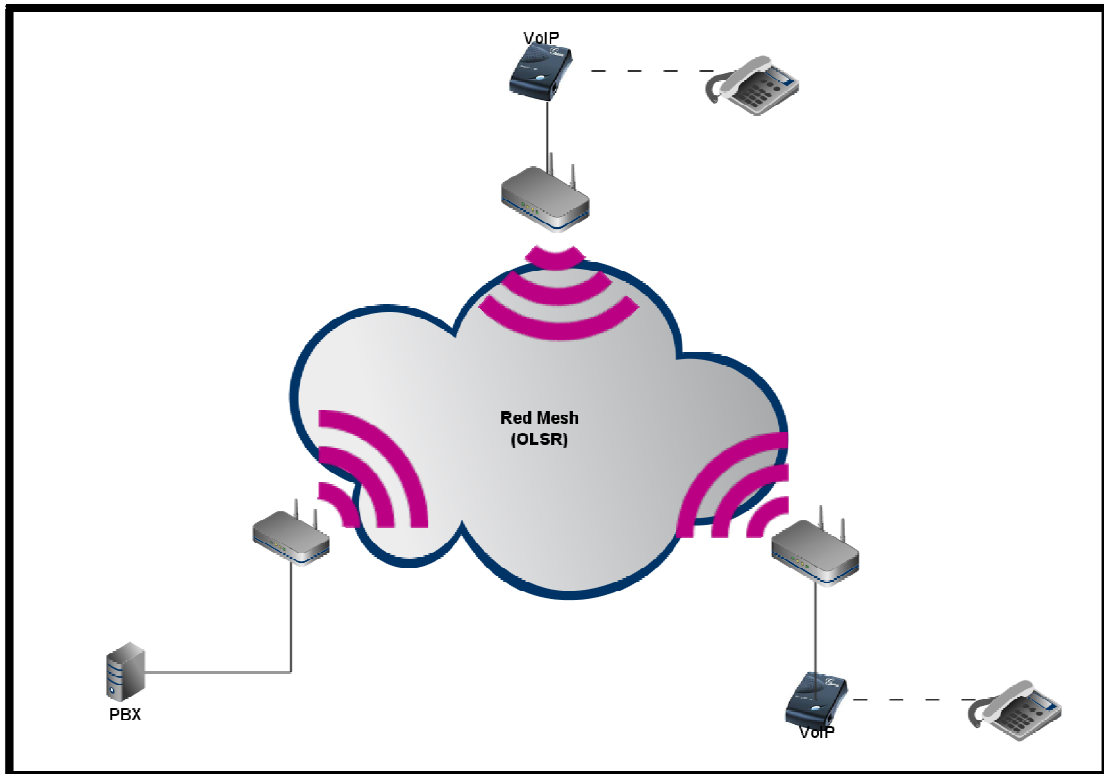


Figura I.1: Diagrama Interpretativo De La Solución

Ésta figura representa nuestro acercamiento a una solución técnica. La prueba de concepto contempla levantar una red mesh TCP/IP. Este enfoque de redes inalámbricas fue considerado el más conveniente para probar la efectividad de la implementación, dado que los escenarios que presentamos como mayormente beneficiarios son zonas no urbanas. Por ende, una red que se estructure y comunique dinámicamente, que permita heterogeneidad en los equipos de comunicación (tanto de diferentes fabricantes como contruidos por los mismos usuarios), además de no necesitar altas intervenciones técnicas para expandir su cobertura, es el enfoque ideal para levantar una infraestructura de bajo costo/mantenimiento. Para la prueba de concepto, estaremos utilizando routers inalámbricos de uso doméstico de marca Linksys (modelos WRT54GL), con un firmware modificado que permite configurarlos como 'nodos mesh' capaces de iniciar o unirse a una red descentralizada.

El firmware o programa de bajo nivel a utilizar es un software para routers inalámbricos llamado Freifunk, mayormente desarrollado para equipos de las marcas Linksys y Broadcom. Este firmware es un derivado especializado de OpenWRT, una distribución Linux que se inicio como un firmware alternativo para equipos inalámbricos Linksys, pero que ha evolucionado hasta ser una distribución Linux cien por ciento funcional para sistemas embebidos que no sean estrictamente enrutadores (routers) inalámbricos[24]. Freifunk reconfigura un router inalámbrico para que funcione en modo ad-hoc, permitiendo al equipo unirse a otra red de equipos Freifunk o estar disponible para conectarse a nuevos nodos reconfigurados que aparezcan dentro de su zona de cobertura [16].



**Figura I.2: Diagrama De Una Red Freifunk**

Los protocolos de redes inalámbricas descentralizadas están divididos en dos grupos. Existe el grupo de protocolos que utilizan el concepto 'vector-distancia' que localizan las rutas más cortas en un grafo dirigido y ponderado para llenar sus tablas de rutas entre los nodos de una red. El modelo vector-distancia requiere que los nodos informen periódicamente a sus pares más cercanos los cambios en la topología que detecten, incluso de haber un nodo fuera de alcance en determinados periodos. De esta manera, mantienen una tabla de rutas unificada para el tráfico de paquetes [11].

El otro grupo utiliza el modelo 'estado de enlace' para hacer sus tablas de rutas. En este modelo, los nodos deben armar un mapa de todos los nodos activos en la red; esto lo logran enviando mensajes a toda la red con la información de sus conexiones más próximas. Con el mapa de la red, de manera independiente cada nodo calcula el próximo 'salto lógico' (hop) al siguiente posible destino dentro de la red [11].

Además de permitir hacer redes de nodos, Freifunk permite interconectar redes privadas creando una red mesh gigante de nodos. Esto es posible debido a la utilización del Protocolo de Enrutamiento de Estado de Enlace Optimizado (OLSR por sus siglas en inglés). Este protocolo de capa de red del modelo OSI, permite una alta escalabilidad en las redes mesh. Existen registros de redes con más de mil (1000) nodos en funcionamiento gracias a este protocolo [5].

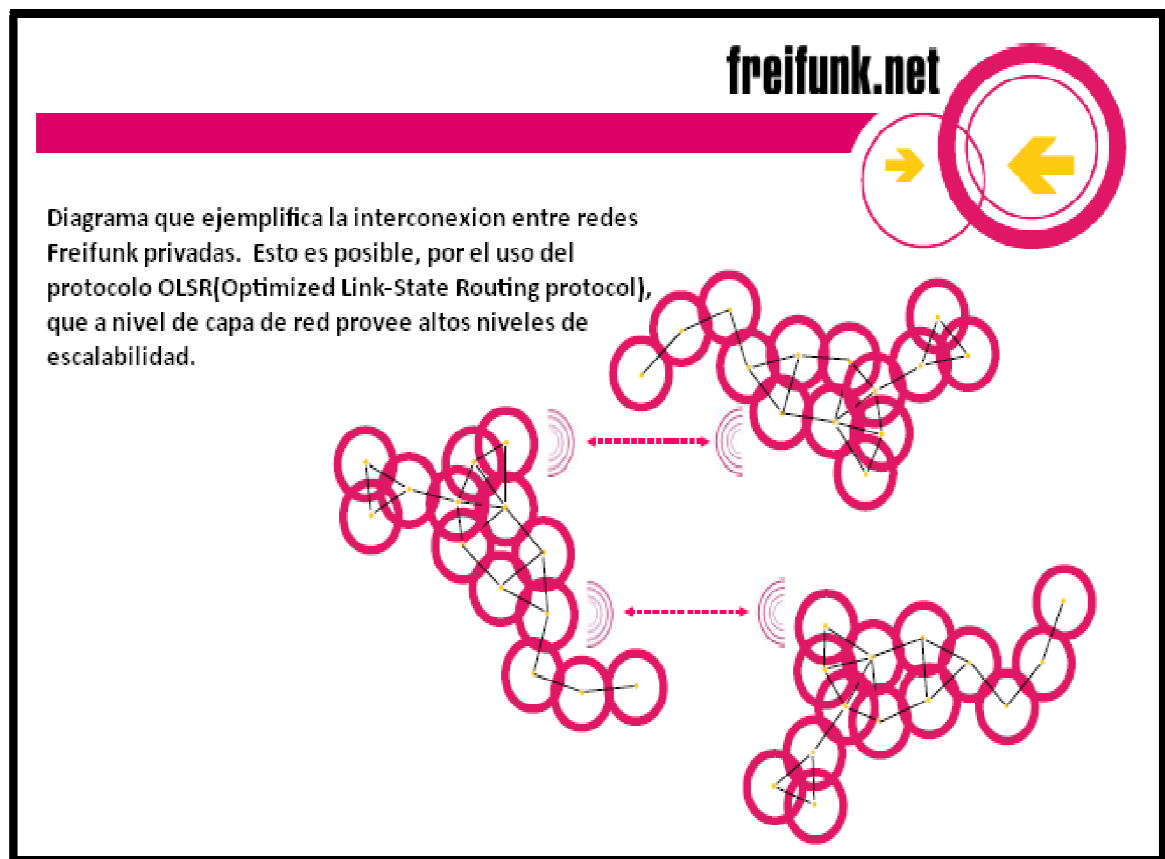


Figura I.3: Redes Freifunk Interconectadas

Conectado a la red mesh, se instalaría un servidor que funciona como central telefónica de VoIP. Este servidor ejecuta el software Asterisk, para proveer la funcionalidad de intercambio de voz a través de la red. Asterisk es una aplicación de software libre (bajo licencia GPL) que proporciona funcionalidades de una central telefónica (PBX). Como

cualquier PBX, se puede conectar un número determinado de teléfonos para hacer llamadas entre sí e incluso conectar a un proveedor de VoIP o bien a una conexión de internet para dar acceso global.

Asterisk incluye muchas características anteriormente sólo disponibles en costosos sistemas propietarios PBX como buzón de voz, conferencias, IVR, distribución automática de llamadas, y otras muchas más. Los usuarios pueden crear nuevas funcionalidades escribiendo un plan de llamadas (*dialplan*) en el lenguaje de script de Asterisk o añadiendo módulos escritos en lenguaje C o en cualquier otro lenguaje de programación soportado por Linux [9].

Quizá lo más interesante de Asterisk es que soporta muchos protocolos de señalización para VoIP como pueden ser SIP, H.323, IAX y MGCP. Asterisk puede interoperar con terminales IP actuando como un registrador y como una pasarela (Gateway) entre ambos, la Red de Telefonía Pública y la Red IP. Para esta investigación, estaremos utilizando el protocolo SIP en las comunicaciones de VoIP.

El servidor estará en funcionamiento con Elastix: una distribución de Linux que contiene una suite de software especializado para las comunicaciones digitales; de tal forma que el servidor puede funcionar como servidor de chat, servidor de correo, receptor de faxmodem, y para nuestros intereses, una PBX .

El servidor con el software Asterisk proveerá entonces la plataforma para que se pudiesen establecer comunicaciones de voz entre clientes, utilizando una red TCP/IP inalámbrica como medio de transmisión.

Para añadir valor al servicio de comunicación de voz que ofrece Asterisk, hemos propuesto incluir en la solución un directorio web. Este directorio web permite que los usuarios registrados al mismo puedan hacer búsquedas de otros usuarios en el sistema, y, a través de la página web, iniciar una llamada desde sus teléfonos hacia un receptor. Todo esto ha de ser funcional entre extensiones telefónicas debidamente registradas y administradas por el servidor Asterisk.

El directorio web permite registrar usuarios propios. Una vez que los usuarios están en el sistema, pueden hacer búsquedas de otros miembros y a través de un clic establecer llamadas entre sus clientes VoIP (teléfonos IP, teléfonos análogos con VoIP, gateways, softphones) y la persona que deseen contactar.

## II. ASPECTOS TEÓRICOS DETRÁS DE LAS TECNOLOGÍAS INVOLUCRADAS

Las siguientes notas describirán lo que se conoce como “estado del arte”: una visión general del desarrollo actual general de cada tecnología involucrada en este proyecto.

## 2.1. REDES INALÁMBRICAS

Una red inalámbrica, es una red de ordenadores en la que el medio de transmisión utilizado son las ondas de radio a través del aire. Hacemos mención de las de mayor utilización comercial:

### 2.1.1. WIMAX

Es una definición de las siglas de World Wide Interoperability for Microwave Access (interoperabilidad mundial para acceso por microondas). Es una norma de transmisión de datos usando ondas de radio. Una de las características que contiene es que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. Desde el punto de vista conceptual es un protocolo que está bajo el estándar 802.16 de la IEEE, operando con un alcance de transmisión cercano a los 55km de radio [5]. En Panamá existe un plan gubernamental de brindar acceso público a Internet utilizando estas tecnologías.

### 2.1.2. HSDPA

Se presenta como actualización de las tecnologías de internet móvil UMTS/WCDMA en redes de Telefonía Celular, mayormente utilizado en accesos para la telefonía celular [6]. Se basa en un canal compartido que se divide en dos partes: el uplink para subir información y el downlink para realizar descargas. Esto mejora significativamente la capacidad de transferencia de información alcanzando tasas de hasta 14 Mbps.

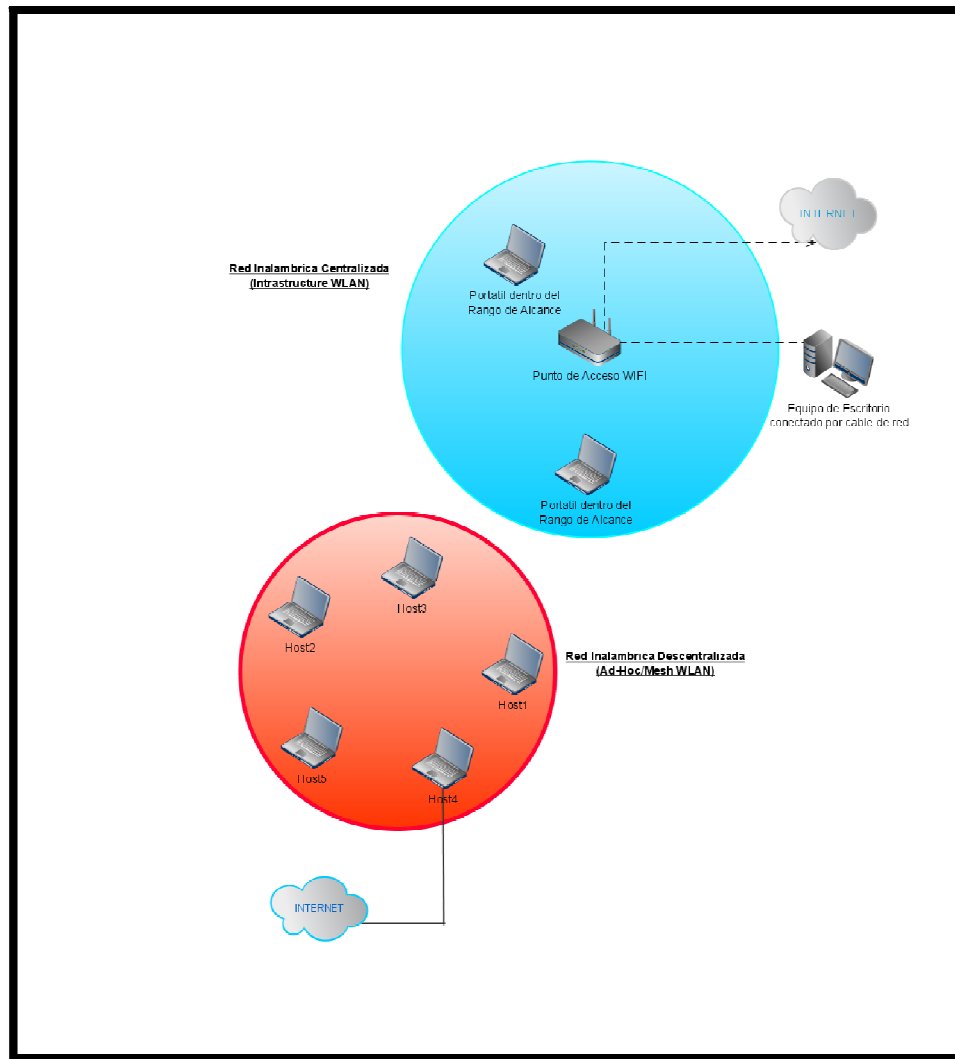
### 2.1.3. WiFi (WIRELESS LAN)

Acrónimo para *Wireless Fidelity*; es el nombre comercial del estándar 802.11 de la IEEE. La función principal de esta tecnología es proveer un medio de transmisión inalámbrico para redes de área local (LAN) [32]. Se han desarrollado varias revisiones de 802.11, algunos permitiendo interconectividad con estándares anteriores. Los estándares IEEE 802.11b e IEEE 802.11g son los que han sido mayormente adaptados, con velocidades máximas de 11 Mbps y 54 Mbps respectivamente. Recientemente ha sido publicada una revisión preliminar de IEEE 802.11n, que puede alcanzar velocidades

hasta 130 Mbps, superando la velocidad de 100 Mbps de las redes LAN cableadas Fast Ethernet [32].

Ésta es la tecnología seleccionada para los propósitos de esta investigación, debido al bajo costo de los equipos, la facilidad de instalación/configuración además del bajo impacto que supondría la expansión del alcance dentro de la red (sólo requeriría comprar los equipos necesarios y sintonizarlos con el resto de la red).

Las redes WLAN permiten la conexión entre dos (2) o más equipos (hosts) utilizando un tipo de canal de enlace (mayormente de Espectro Disperso). En Espectro Disperso, el medio de transmisión es una sección del espectro electromagnético, particularmente las ondas de radio con frecuencias que oscilan entre 2.412 y 2.484 GHz. Debido a que el medio de transmisión no confina a los datos que viajan como lo haría un cable categoría 5, este medio se conoce como medio de transmisión no guiado. Dentro de este rango definido del espectro electromagnético, se ha hecho una división de once (11) canales de transmisión, para intentar evitar que los equipos agoten cierto canal debido a un gran número de equipos transmitiendo y recibiendo datos.



**Figura II.1: Infraestructura vs. Descentralizada**

La imagen anterior nos muestra que existen dos (2) tipos generales de configuración para una red inalámbrica: redes de infraestructura o centralizadas, o redes descentralizadas (Ad-Hoc) [4].

- 2.1.3.1. Redes de Infraestructura: estas redes dependen de un equipo central de conexión para establecer contacto (WiFi Access Point); éste a su vez debe actuar de puente ya sea hacia Internet o hacia alguna red privada [4]. El punto de acceso establece el máximo de equipos que pueden intercambiar datos en la red, además de hacer las tareas de administración como registro de equipos, seguridad de la red, etc. Aún si no hay hosts



asociados, el punto de acceso mantiene disponible los recursos para establecer conexión.

2.1.3.2. Redes Descentralizadas: una red ad-hoc (o descentralizada) es una red que crece en la medida que se unen equipos a la misma [11]. Los mismos equipos que la conforman deben registrarse en la red, y guardar un registro de los otros nodos que se van añadiendo con el paso del tiempo. Para tener acceso a Internet u otra red privada, al menos uno de los nodos debe actuar de puerta de enlace (gateway) a la siguiente red. Esta red tiene dos (2) subgrupos:

2.1.3.2.1. *Ad-Hoc*: hace referencia a redes donde los equipos no permanecen en una posición fija durante el tiempo en que son parte de la red, elevando el dinamismo en las transmisiones de datos [5].

2.1.3.2.2. *Mesh*: en este subgrupo, a pesar de formar la red dinámicamente los equipos mantienen posiciones fijas durante el tiempo que formen parte de la red [5].

## 2.2. VOZ SOBRE IP (VoIP)

Voz sobre IP (VoIP) es un término general para reunir el grupo de tecnologías que permiten establecer comunicación telefónica a través de redes IP tales como internet o redes privadas. Estas tecnologías funcionan para dar servicios de comunicación tanto en una red privada, como permitir interconexiones con una red pública de telefonía tradicional (PSTN) [9].

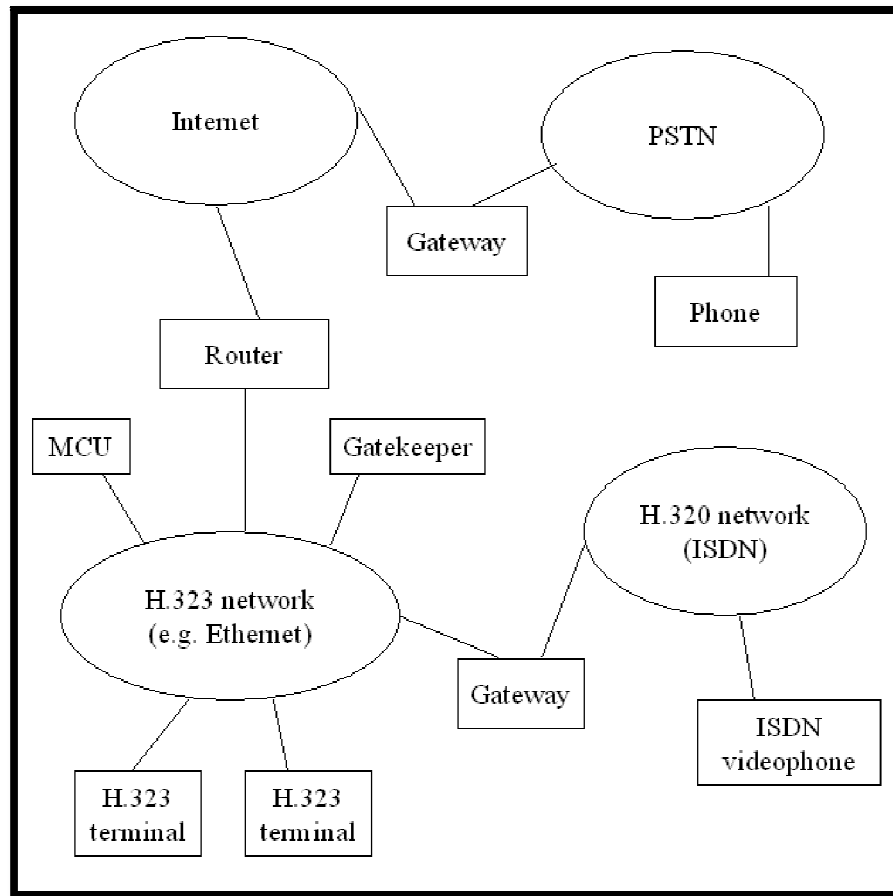
Este grupo diverso de tecnologías inicialmente permite establecer servicios de comunicación utilizando la red internet (esquema conocido como Telefonía IP). Para lograrlo se da el proceso de conversión de la señal análoga de la voz a señales digitales, para luego ser sometidas a procesos de compresión/traducción de la señal a paquetes IP que luego se añaden a tramas Ethernet, para ser transmitidos desde una red IP (privada o por internet) hacia su destino. En el destino, el proceso se invierte para obtener voz de las señales digitales recibidas.

VoIP utiliza protocolos de control de sesión para establecer la señalización de inicio y fin de una llamada entre dos (2) terminales; además, utiliza un códec de audio que permite tratar la señal analógica y codificarla para transmitir el audio a través de la red IP. El códec utilizado en las llamadas puede variar en cada implementación. Algunas implementaciones permiten utilizar códec de alta compresión (menor consumo de banda ancha, menor calidad en el audio), hasta manejar sonido estéreo de alta fidelidad (mayor consumo de banda ancha) para las llamadas.

Las implementaciones conocidas varían entre tecnologías propietarias y estándares abiertos. Pasaremos a describir algunas de estas tecnologías:

- 2.2.1. H.323: estándar recomendado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) para transmisiones de audio/video sobre el protocolo IP, en 1996. Es un conjunto de normas (recomendación paraguas) de la ITU para comunicaciones multimedia que hacen referencia a los terminales, equipos y servicios estableciendo una señalización en redes IP. No garantiza una calidad de servicio, y en el transporte de datos puede, o no, ser fiable; en el caso de voz o vídeo, nunca es fiable. Además, es independiente de la topología de la red y admite pasarelas, permitiendo usar más de un canal de cada tipo (voz, vídeo, datos) al mismo tiempo. Fue diseñado con un objetivo principal: proveer a los usuarios con tele-conferencias que tienen capacidades de voz, video y datos sobre redes de conmutación de paquetes [19].

Las continuas investigaciones y desarrollos de H.323 siguen con la misma finalidad y, como resultado, H.323 es evaluado como un protocolo óptimo para cubrir esta clase de aspectos. Además, H.323 y la convergencia de voz, video y datos permiten a los proveedores de servicios prestar esta clase de facilidades para los usuarios de tal forma que se reducen costos mientras mejora el desempeño para el usuario.



**Figura II.2: Elementos De Red En Arquitectura H.323**

Como se ha visto en el diagrama, este estándar define un amplio conjunto de características y funciones, algunas son necesarias y otras opcionales. Pero el H.323 define mucho más que las funciones, este estándar define los siguientes componentes más relevantes:

- Terminal
- Gateway
- Gatekeeper
- Unidad de Control Multipunto
- Controlador Multipunto
- Procesador Multipunto
- Proxy H.323

#### 2.2.1.1. TERMINAL

Un terminal H.323 es un extremo de la red que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real con otro terminal H.323, gateway o unidad de control multipunto (MCU). Esta comunicación consta de señales de control, indicaciones, audio, imagen en color en movimiento y /o datos entre los dos terminales. Conforme a la especificación, un terminal H.323 puede proporcionar cualquiera combinación de medios compuestos por voz, datos y vídeo. Consta de las interfaces del equipo de usuario, el códec de video, el códec de audio, el equipo telemático, la capa H.225, las funciones de control del sistema y la interfaz con la red por paquetes [19]. Estos componentes del terminal H.323 se explican a continuación:

- a. Equipos de adquisición de información: Es un conjunto de cámaras, monitores, dispositivos de audio (micrófono y altavoces) y aplicaciones de datos, e interfaces de usuario asociados a cada uno de ellos. [19]
- b. Códec de audio: Todos los terminales deberán disponer de un códec de audio, para codificar y decodificar señales vocales (G.711), y ser capaces de transmitir y recibir usando las técnicas de compresión-expansión (compansión) ley A y ley  $\mu$ . Un terminal puede, opcionalmente, ser capaz de codificar y decodificar señales vocales. El terminal H.323 puede, opcionalmente, enviar más de un canal de audio al mismo tiempo, por ejemplo, para hacer posible la difusión de 2 idiomas. [19]
- c. Códec de video: En los terminales H.323 es opcional.
- d. Canal de datos: Uno o más canales de datos son opcionales. Pueden ser unidireccionales o bidireccionales.
- e. Retardo en el trayecto de recepción: Incluye el retardo añadido a las tramas para mantener la sincronización, y tener en cuenta la fluctuación de las llegadas de paquetes. No suele usarse en la transmisión sino en recepción, para añadir el retardo necesario en el trayecto de audio para, por ejemplo, lograr la sincronización con el movimiento de los labios en una videoconferencia.
- f. Unidad de control del sistema: Proporciona la señalización necesaria para el funcionamiento adecuado del terminal. Está formada por tres

bloques principales: Función de control H.245, función de señalización de llamada H.225 y función de señalización RAS.

- Función de control H.245: Se utiliza el canal lógico de control H.245 para llevar mensajes de control extremo a extremo que rige el modo de funcionamiento de la entidad H.323. Se ocupa de negociar las capacidades (ancho de banda) intercambiadas, de la apertura y cierre de los canales lógicos y de los mensajes de control de flujo. En cada llamada, se puede transmitir cualquier número de canales lógicos de cada tipo de medio (audio, video, datos) pero solo existirá un canal lógico de control, el canal lógico 0.
- Función de señalización de la llamada H.225: Utiliza un canal lógico de señalización para llevar mensajes de establecimiento y finalización de la llamada entre 2 puntos extremos H.323. El canal de señalización de llamada es independiente del canal de control H.245. Los procedimientos de apertura y cierre de canal lógico no se utilizan para establecer el canal de señalización. Se abre antes del establecimiento del canal de control H.245 y de cualquier otro canal lógico. Puede establecerse de terminal a terminal o de terminal a gatekeeper.
- Función de control RAS (Registro, Admisión, Situación): Utiliza un canal lógico de señalización RAS para llevar a cabo procedimientos de registro, admisión, situación y cambio de ancho de banda entre puntos extremos (terminales, gateway, etc.) y el gatekeeper. Sólo se utiliza en zonas que tengan un gatekeeper. El canal de señalización RAS es independiente del canal de señalización de llamada, y del canal de control H.245. Los procedimientos de apertura de canal lógico H.245 no se utilizan para establecer el canal de señalización RAS. El canal de señalización RAS se abre antes de que se establezca cualquier otro canal entre puntos extremos H.323. [19]

g. Capa H.225: Se encarga de dar formato a las tramas de video, audio, datos y control transmitidos en mensajes de salida hacia la interfaz de red y de recuperarlos de los mensajes que han sido introducidos desde la interfaz de red. Además lleva a cabo también la alineación de trama, la numeración secuencial y la detección/corrección de errores.

h. Interfaz de red de paquetes: Es específica en cada implementación. Debe proveer los servicios descritos en la recomendación H.225. Esto significa que el servicio extremo a extremo fiable (por ejemplo, TCP) es obligatorio para el canal de control H.245, los canales de datos y el canal de señalización de llamada.

El servicio de extremo a extremo no fiable (UDP, IPX) es obligatorio para los canales de audio, los canales de video y el canal de RAS. Estos servicios pueden ser dúplex o símplex y de unicast o multicast dependiendo de la aplicación, las capacidades de los terminales y la configuración de la red. [19]

#### 2.2.1.2. GATEWAY

Un gateway H.323 es un extremo que proporciona comunicaciones bidireccionales en tiempo real entre terminales H.323 en la red IP y otros terminales o gateways en una red conmutada. En general, el propósito del gateway es reflejar transparentemente las características de un extremo en la red IP a otro en una red conmutada y viceversa. [19]

#### 2.2.1.3. GATEKEEPER

El gatekeeper es una entidad que proporciona la traducción de direcciones y el control de acceso a la red de los terminales H.323, gateways y MCUs. El gatekeeper puede también ofrecer otros servicios a los terminales, gateways y MCUs, tales como gestión del ancho de banda y localización de los gateways. Realiza dos funciones de control de llamadas que preservan la integridad de la red corporativa de datos. La primera es la traslación de direcciones de los terminales de la LAN a las correspondientes IP o IPX, tal y como se describe en la especificación RAS. La segunda es la gestión del ancho de banda, fijando el número de conferencias que pueden estar dándose simultáneamente en la LAN y rechazando las nuevas peticiones por encima del nivel establecido, de manera tal que se garantice ancho de banda suficiente para las aplicaciones de datos sobre la LAN. [19]

El Gatekeeper proporciona todas las funciones anteriores para los terminales, Gateways y MCUs, que están registrados dentro de la denominada Zona de control H.323. Además de las funciones anteriores, el Gatekeeper realiza los siguientes servicios de control:

- Control de admisiones: El gatekeeper puede rechazar aquellas llamadas procedentes de un terminal por ausencia de autorización a terminales o gateways particulares de acceso restringido o en determinadas franjas horarias.
- Control y gestión de ancho de banda: Para controlar el número de terminales H.323 a los que se permite el acceso simultáneo a la red, así como el rechazo de llamadas tanto entrantes como salientes para las que no se disponga de suficiente ancho de banda.
- Gestión de la zona: Lleva a cabo el registro y la admisión de los terminales y gateways de su zona. Conoce en cada momento la situación de los gateways existentes en su zona que encaminan las conexiones hacia terminales RCC.



#### 2.2.1.4. UNIDAD DE CONTROL MULTIPUNTO (MCU)

La MCU tiene dos componentes:

- ***CONTROLADOR MULTIPUNTO (MC)***

Un controlador multipunto es un componente de H.323 que provee capacidad de negociación con todos los terminales para llevar a cabo niveles de comunicaciones. También puede controlar recursos de conferencia tales como multicasting de vídeo. El Controlador Multipunto no ejecuta mezcla o conmutación de audio, vídeo o datos. [19]

- ***PROCESADOR MULTIPUNTO (MP)***

Un procesador multipunto es un componente de H.323 de hardware y software especializado, mezcla, conmuta y procesa audio, vídeo y / o flujo de datos para los participantes de una conferencia multipunto de tal forma que los procesadores del terminal no sean pesadamente utilizados. El procesador multipunto puede procesar un flujo medio único o flujos medio múltiples dependiendo de la conferencia soportada. [19]

#### 2.2.1.5. PROXY H.323

Un proxy H.323 es un servidor que provee a los usuarios acceso a redes seguras de unas a otras confiando en la información que conforma la recomendación H.323. El Proxy H.323 se comporta como dos puntos remotos H.323 que envían mensajes tipo call – set up, e información en tiempo real a un destino del lado seguro del firewall. [19]

2.2.2. SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP): protocolo de señalización de la IETF, utilizado ampliamente para control de sesiones de comunicación multimedia (audio/video), además de voz sobre IP [21].

Fue creado con la intención de ser el estándar de iniciación, modificación y finalización de sesiones interactivas de usuarios con elementos multimedia como el video, voz, mensajería instantánea, juegos online y entornos de realidad virtual en redes IP. Eventualmente el uso se ha enfocado estrictamente para servicios de comunicaciones por voz, siendo el protocolo más utilizado en las operaciones de VoIP a nivel mundial.. Fue desarrollado por el grupo MMUSIC (Multimedia Session Control) del IETF, definiendo una arquitectura de señalización y control para VoIP. Inicialmente fue publicado en febrero del 1996 en la RFC 2543, ahora obsoleta con la publicación de la nueva versión RFC 3261 que se publicó en junio del 2002 [21].

SIP fue diseñado de acuerdo al modelo de Internet. Es un protocolo de señalización extremo a extremo que implica que toda la lógica es almacenada en los dispositivos finales (salvo el rutado de los mensajes SIP). El estado de la conexión es también almacenado en los dispositivos finales. El precio a pagar por esta capacidad de distribución y su gran escalabilidad es una sobrecarga en la cabecera de los mensajes producto de tener que mandar toda la información entre los dispositivos finales.

El protocolo RTP se usa para transportar los datos de voz en tiempo real (igual que para el protocolo H.323, mientras que el protocolo SDP se usa para la negociación de las capacidades de los participantes, tipo de codificación, etc.)

#### Características

- Determinar la ubicación de los usuarios.
- Establecer, modificar y terminar sesiones multipartitas entre usuarios.
- adopta el modelo cliente-servidor y es transaccional.
- aporta un conjunto de las funciones de procesamiento de llamadas.

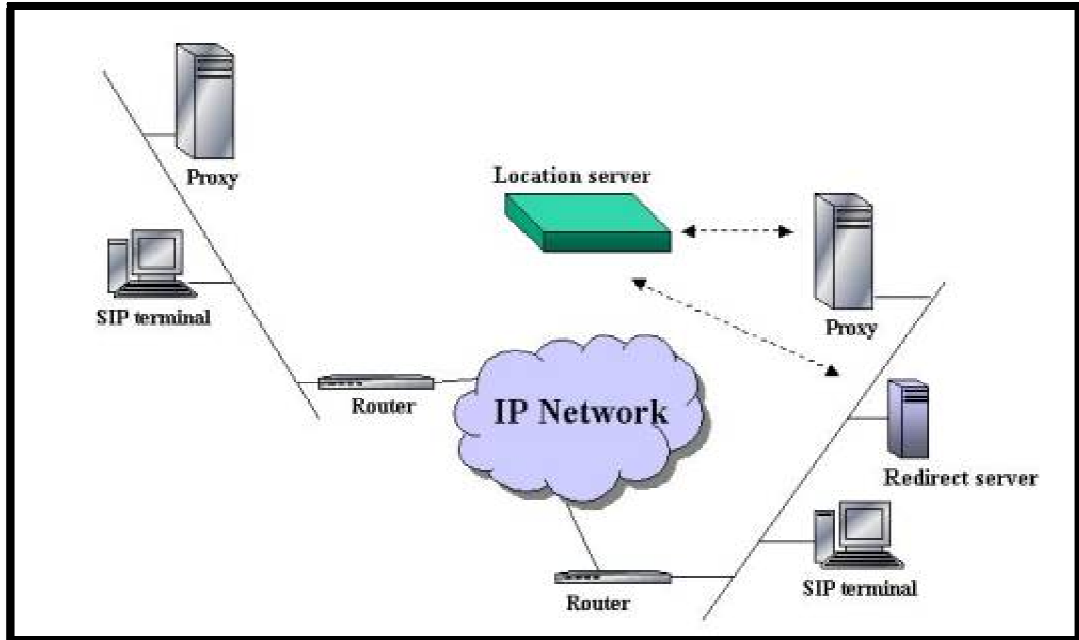


Figura II.3: Elementos De Red Dentro De La Arquitectura SIP

Para implementar estas funcionalidades existen varios componentes en SIP. Existen dos elementos fundamentales, los agentes de usuario (*User Agent*) y los servidores.

#### 2.2.2.1. USER AGENT (UA)

Consisten en dos partes distintas, el User Agent Client (UAC) y el User Agent Server (UAS). Un UAC es una entidad lógica que genera peticiones SIP y recibe respuestas a esas peticiones. Un UAS es una entidad lógica que genera respuestas a las peticiones SIP [21].

Ambos se encuentran en todos los terminales de usuario, así permiten la comunicación entre diferentes agentes de usuario mediante comunicaciones de tipo cliente-servidor.

#### 2.2.2.2. SIP SERVER

Los servidores SIP pueden ser de tres tipos:

- **PROXY SERVER:** retransmiten solicitudes y deciden a qué otro servidor deben remitir, alterando los campos de la solicitud en caso necesario. Es una entidad intermedia que actúa como cliente y servidor con el propósito de establecer llamadas entre los usuarios. Este servidor tienen una funcionalidad semejante a la de un Proxy HTTP

que tiene una tarea de encaminar las peticiones que recibe de otras entidades más próximas al destinatario. Existen dos tipos de Proxy Servers: Statefull Proxy y Stateless Proxy.

- Statefull Proxy: mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones. Permite división de una petición en varias (forking), con la finalidad de la localización en paralelo de la llamada y obtener la mejor respuesta para enviarla al usuario que realizó la llamada.
  - Stateless Proxy: no mantienen el estado de las transacciones durante el procesamiento de las peticiones, únicamente reenvían mensajes.
- **REGISTRAR SERVER:** es un servidor que acepta peticiones de registro de los usuarios y guarda la información de estas peticiones para suministrar un servicio de localización y traducción de direcciones en el dominio que controla.
  - **REDIRECT SERVER:** es un servidor que genera respuestas de redirección a las peticiones que recibe. Este servidor reencamina las peticiones hacia el próximo servidor.

La división de estos servidores es conceptual, cualquiera de ellos puede estar físicamente una única máquina, la división de éstos puede ser por motivos de escalabilidad y rendimiento. [21]

- 2.2.3. INTER-ASTERISK EXCHANGE (IAX): serie de protocolos de señalización, desarrollados a partir de la creación del software PBX Asterisk [9]. Promulga una serie de mejoras para comunicar nodos que estén detrás de cortafuegos(firewalls) y redes NAT.

El protocolo IAX se corresponde con Inter-Asterisk eXchange protocol. Como indica su nombre fue diseñado como un protocolo de conexiones VoIP entre servidores Asterisk aunque hoy en día también sirve para conexiones entre clientes y servidores que soporten el protocolo [20].

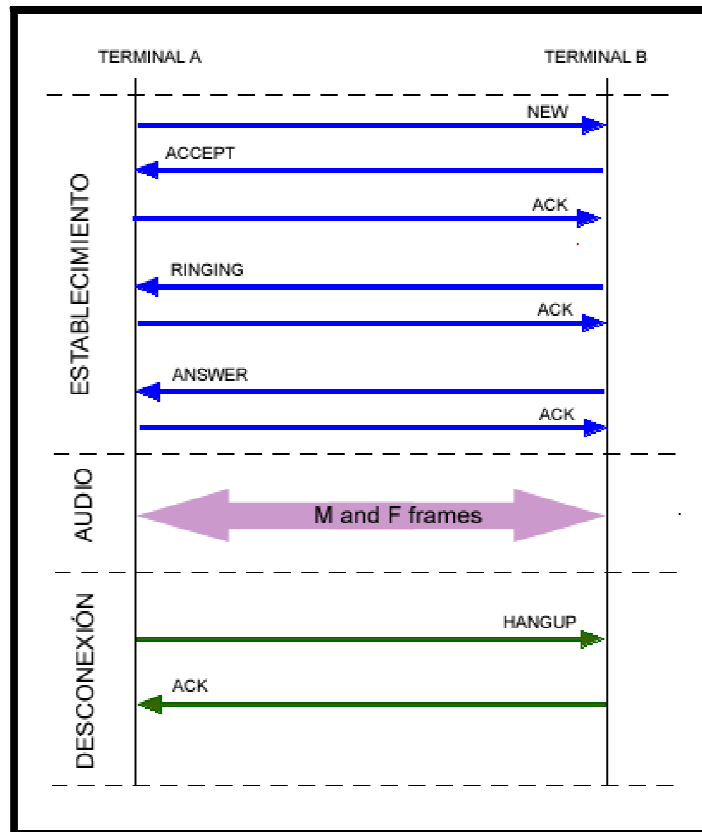
La versión actual es IAX2, ya que la primera versión de IAX ha quedado obsoleta, es un protocolo diseñado y pensado para su uso en conexiones de VoIP aunque puede soportar otro tipo de conexiones (por ejemplo video)

Los objetivos de IAX son:

- Minimizar el ancho de banda usado en las transmisiones de control y multimedia de VoIP
- Evitar problemas de NAT (Network Address Translation)
- Soporte para transmitir planes de marcación

Entre las medidas para reducir el ancho de banda cabe destacar que IAX o IAX2 es un protocolo binario en lugar de ser un protocolo de texto como SIP y que hace que los mensajes usen menos ancho de banda. [20]

Para evitar los problemas de NAT el protocolo IAX o IAX2 usa como protocolo de transporte UDP, normalmente sobre el puerto 4569, (el IAX1 usaba el puerto 5036), y tanto la información de señalización como los datos viajan conjuntamente (a diferencia de SIP) y por tanto lo hace menos proclive a problemas de NAT y le permite pasar los routers y firewalls de manera más sencilla. [20]



**Figura II.4: Sesión IAX/IAX2**

Como observamos en el diagrama, una llamada IAX o IAX2 tiene tres fases:

**A) Establecimiento de la llamada**

El terminal A inicia una conexión y manda un mensaje "new". El terminal llamado responde con un "accept" y el llamante le responde con un "Ack". A continuación el terminal llamado da las señales de "ringing" y el llamante contesta con un "ack" para confirmar la recepción del mensaje. Por último, el llamado acepta la llamada con un "answer" y el llamante confirma ese mensaje. [20]

**B) Flujo de datos o flujo de audio**

Se mandan los frames M y F en ambos sentidos con la información vocal. Los frames M son mini-frames que contienen solo una cabecera de 4 bytes para reducir el uso en el ancho de banda. Los frames F son frames completos que incluyen información de sincronización. Es importante volver a resaltar que en IAX este flujo utiliza el mismo protocolo UDP que usan los mensajes de señalización evitando problemas de NAT. [20]

C) Liberación de la llamada o desconexión.

La liberación de la conexión es tan sencilla como enviar un mensaje de "hangup" y confirmar dicho mensaje.

- 2.2.4. SKYPE: software comercial ampliamente utilizado, que utiliza una serie de protocolos privados para establecer comunicaciones audio/video entre pares (peer 2 peer).

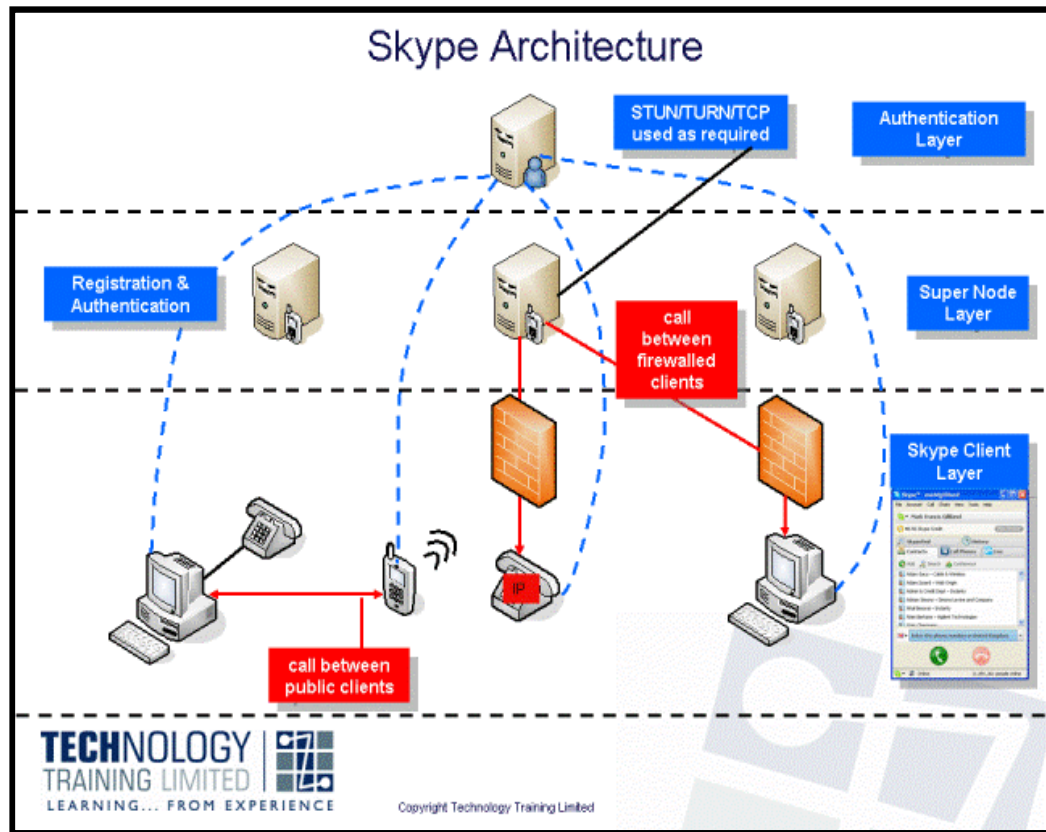


Figura II.5: Arquitectura De Comunicación Para Skype(fuente: Technology Training Limited)

Tal como lo muestra el diagrama de arquitectura, observamos que la comunicación hacia el servidor del proveedor es mayormente para autenticación del cliente. Una vez que ambos nodos establecen su registro y autenticación con los servidores principales, las llamadas son comunicadas directamente entre ellos. Es ahí donde se observa el concepto de comunicación par a par (p2p), sin un equipo de comunicación intermediario en la transmisión de audio/video.

### 2.3. APLICACIONES WEB

Bajo los términos de la ingeniería de software, una aplicación web es un aplicativo que es accedido a través de un navegador web, ya sea en una red local privada (intranet) o a través de internet [12]. Es codificada en código legible para el navegador (HTML, JavaScript, Java, XML, etc.) y se basa en el motor de interpretación del mismo para su funcionamiento.

La reciente popularidad de las aplicaciones web se debe al uso universal de los navegadores, lo que permite tomarlos como clientes ligeros ('thin clients') y utilizar la mayor cantidad de recursos en los servidores. Debido a esta ventaja, es mucho más atractivo para los desarrolladores e integradores actualizar y mantener las aplicaciones en el servidor, y que para los usuarios sea algo transparente; algo que no era posible con las aplicaciones cliente-servidor, donde al actualizar el servidor también había que invertir tiempo en actualizar los clientes de los usuarios. Incluso se aprovecha al máximo el concepto de 'sistemas multiplataforma' con los aplicativos web. Entre los aplicativos más populares están los clientes de correo electrónico, sistemas de compras y subastas en línea, aplicaciones financieras/comerciales, redes sociales, entre otros.

Utilizar una interfaz web hasta este momento posee pocas limitaciones en la funcionalidad que puede ofrecer al usuario. A través de tecnologías como Java, Flash, JavaScript, Silverlight, entre otras se puede lograr desarrollar funcionalidades muy específicas como permitir hacer dibujos/trazos, tener interacción directa con hardware del ordenador como la tarjeta de video o la cámara web, emitir audio/video, acceso a mouse y teclado, etc. Aun funcionalidades usuales de escritorio como el 'drag and drop' pueden ser perfectamente realizables en un aplicativo web.



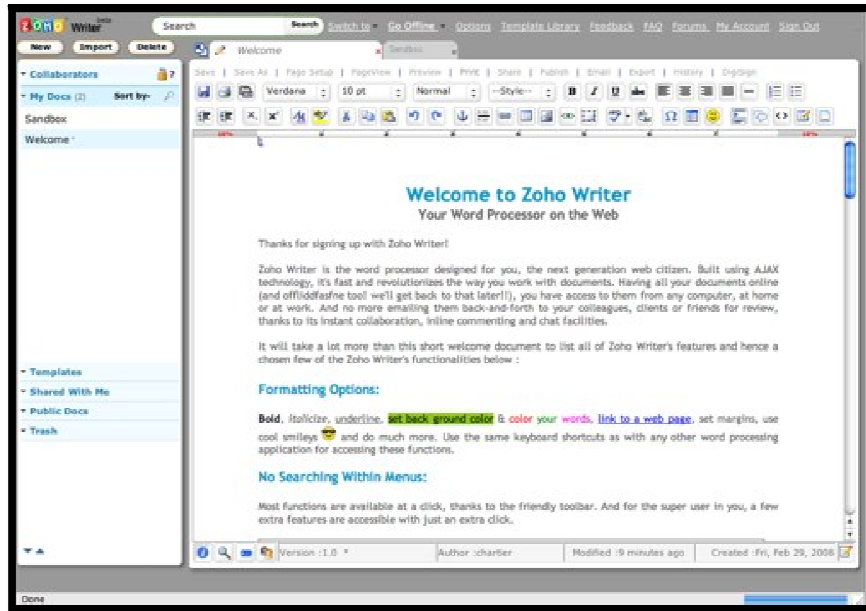
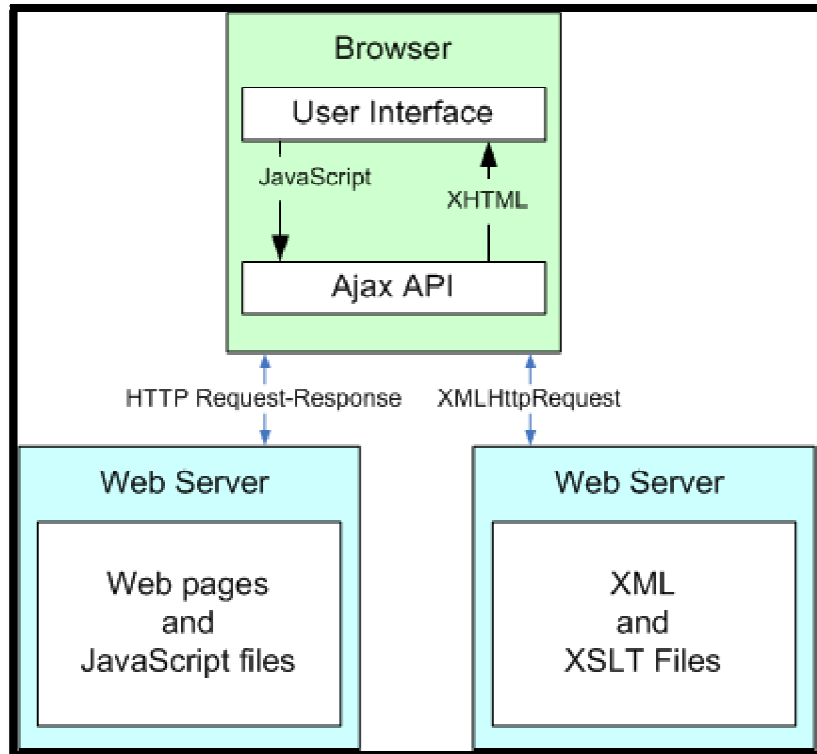


Figura II.6: Zoho Writer - Ejemplo De Aplicación Web

Quizás la mayor influencia en la nueva tendencia de desarrollar para web sea el uso de *JavaScript Asíncrono con XML* (AJAX por sus siglas). Este uso combinado de tecnologías web, permite crear aplicativos totalmente interactivos con el usuario, con código que se ejecuta desde el navegador [25]. Un aplicativo AJAX puede obtener datos desde un servidor de forma asíncrona en el trasfondo de la página, sin alterar el estado actual de la página y evitando refrescar toda la pagina; tal como se haría para una página web estática o tradicional. Tal es el caso que observamos en Zoho Writer, que es un procesador de texto “en línea”, el cual emula la mayoría de controles y funciones que hemos conocido en software de procesadores de palabra para escritorio.

A pesar de mencionar explícitamente a JavaScript y XML, este mismo efecto interactivo se puede producir con otras tecnologías, e incluso las interacciones con el servidor no tienen que ser asíncronas necesariamente. Lo importante es mantener el ‘concepto’ de que los aplicativos web permiten refrescar diferentes elementos de una página web por separado, independientemente de las tecnologías envueltas en ofrecer este nivel de interacción.



**Figura II.7: Componentes De Ajax**

Esta imagen muestra los componentes participantes en la tecnología Ajax. La mayoría de los componentes de AJAX son tecnologías web desarrolladas y estandarizadas en los últimos 15 años. Las mismas se mantienen continuamente en progreso y desarrollo, permitiendo ser consideradas ampliamente para aplicaciones de orden comercial y empresarial.

### 2.3.1. COMPONENTES DE LA WEB 2.0

- 2.3.1.1. DYNAMIC HTML (DHTML): Las aplicaciones AJAX toman ventaja del HTML dinámico, el cual consiste en la separación entre la estructura del aplicativo(HTML), el 'estilo' del documento web(CSS – Cascade Style Sheets) y el código Javascript. Todo esto apunta hacia extensiones que los diseñadores pueden utilizar para desarrollar sitios web con mayor nivel de animación y dinamismo que lo que puede ofrecer solo HTML. Ejemplo de esto es el concepto de 'roll over'(pasar el cursor sobre un elemento del sitio, generando cambios visuales inmediatos) y el 'drag and drop'(selección y reposicionamiento de elementos en el mismo sitio web).
- 2.3.1.2. EXTENSIVE MARKUP LANGUAGE (XML): El metalenguaje XML es un conjunto de reglas utilizado para codificar la información enviada entre el servidor web y un navegador o aplicación cliente. El World Wide Web Consortium (W3C) dio inicio al trabajo en XML en 1996, para crear un formato de datos multiplataforma a través de internet. El primer estándar fue aprobado en 1998. XML es un 'metalenguaje', que puede definir una serie de formatos para interpretar datos en documentos en línea. Cualquier organización puede generar su propio grupo de identificadores y establecer parámetros de interpretación de datos enviados dentro de sus aplicativos.
- 2.3.1.3. CASCADING STYLE SHEETS (CSS): estándar de trabajo desde 1996, le han permitido a los diseñadores mayor control sobre el despliegue de las páginas web en los navegadores. Las hojas de estilo permiten a los desarrolladores definir, separado del código HTML, como ciertos elementos del documento web tales como cabeceras, subtítulos, hiperenlaces deben mostrarse al usuario final.
- 2.3.1.4. DOCUMENT OBJECT MODELER (DOM): estándar del W3C desde 1998, el DOM es una interfaz de programación que permite crear y modificar documentos HTML y XML como objetos de programa. Esta disposición permite crear sitios web que los usuarios puedan manipular. El DOM define atributos asociados a cada objeto, además de formas en las que un usuario final puede interactuar con ellos. Estas propiedades hacen de las aplicaciones AJAX sitios web particularmente interactivos con el usuario final.

- 2.3.1.5. **JAVASCRIPT:** liberado por el trabajo conjunto de Netscape y Sun en 1995, el código JavaScript interactúa con el HTML en navegador web, moviendo los sitios web de solo desplegar información a sitios donde que existe la experiencia de usuario similar a las aplicaciones de escritorio. Debido a que este lenguaje funciona directamente desde el navegador(es multiplataforma), elimina por completo la necesidad de instalar ‘plugins’ o pequeños programas para manejar y presentar diversos tipos de contenidos no estándar, a la manera de aplicaciones en formato Flash.
- 2.3.1.6. **XMLHttpRequest:** Los objetos XMLHttpRequest en JavaScript, permiten hacer llamadas del protocolo HTTP hacia el servidor web de manera única, sin la necesidad de participar de una llamada general que haría que todo el sitio web tenga que cargar nuevamente para mostrar los cambios. Esta particularidad es la que permite que determinado sitio web pueda cargar y mostrar información en secciones específicas (menús desplegables, validación automática de contraseñas, pruebas CAPTCHA entre otros) sin cortar la interacción visual con el usuario. Es entonces donde se crea el ‘efecto’ de sentir que la web se comporta como un aplicativo de escritorio.

## 2.3.2. FUNCIONAMIENTO DE UN SITIO WEB 2.0

En un sitio web regular, las interacciones de usuario activan pedidos de datos al servidor web por parte del navegador; para desplegar información al usuario todo el sitio web es recargado junto a los cambios específicos solicitados por el mismo.

Una aplicación Ajax utiliza un motor JavaScript desde el navegador. En esta situación el navegador no carga la página web directamente; el navegador carga el motor JavaScript, el cual a su vez toma las riendas de la carga del sitio web Ajax solicitado por el usuario. El motor JavaScript maneja las interacciones directas con el usuario, y hace algunas validaciones simples. De requerir más datos, establece una llamada tras bastidores al servidor, haciendo el proceso totalmente ajeno a la experiencia del usuario y a su vez disminuyendo la cantidad de llamadas al servidor junto a la cantidad de datos que requieren ser enviados en estas llamadas. Esto permite reducir el tráfico de red consumido y el tiempo de espera en respuestas del servidor.

### III. ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

La finalidad del estudio de factibilidad es presentar las bondades de la telefonía sobre IP y demostrar que no es una inversión muy costosa para implementarlo en pequeñas empresas, medianas o grandes, además puede ser utilizada en escuelas que no cuenten con los suficientes recursos y, en el lugar que sería de más ayuda y provecho, en una comunidad rural que se encuentre en un sitio de difícil acceso. El estudio abarca tres secciones las cuales son la viabilidad técnica, económica y operativa.

### 3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el presente se piensa, por la gran mayoría de personas, que la Telefonía sobre IP es algo muy costoso de implementar, pero en realidad es una forma de reducir los costos de las empresas ya sea pequeñas que no cuentan con suficiente capital e infraestructura, medianas o grandes; por otro lado, están las escuelas que para el uso de telefonía no cuentan con los suficientes recursos para la instalación de muchas líneas telefónicas. Además las comunidades rurales son las que tienen más problemas por la distancia, el difícil acceso y por el poco apoyo económico que cuenta por parte del gobierno local se encuentran sin comunicación con otros lugares. En la actualidad los proveedores brindan este servicio pero lo ofrecen por costos muy elevados los cuales ninguno de los casos mencionados opta por adquirir el servicio. Entonces no se puede aprovechar los beneficios que brinda la telefonía IP en los entornos mencionados anteriormente.

### 3.2. ANTECEDENTES

En la actualidad la Telefonía sobre IP es un servicio que no se ha logrado implementar en su totalidad debido a que no hay estudios que demuestren que es una alternativa de bajo costo con respecto a la telefonía convencional. Además, que resulta muy costoso ya que los proveedores a nivel nacional brindan el servicio pero a costos muy altos lo cual hace difícil la proliferación del servicio de telefonía sobre IP en cobertura nacional. El ejemplo más sencillo de presentar es el servicio llamado SKYPE el cual brinda el servicio a nivel mundial y resulta barato para los usuarios que lo adquieren y en muchas empresas del extranjero lo están implementando para reducir los costos en comunicación. SKYPE brinda el servicio de telefonía a personas de todo tipo sin importar en qué lugar se encuentre, además de otros servicios que ofrece.

### 3.3. JUSTIFICACIÓN

La Telefonía sobre IP no es algo en el cual hay que hacer una inversión de miles de dólares para que sea operativo en el ámbito o el entorno que se desee implementar.

Las pequeñas y medianas empresas no tienen los recursos para pagar los altos costos que tienen los proveedores para la implementación de la telefonía sobre IP con la finalidad de realizar sus funciones. Debido a esto, entonces, optan por el uso de la telefonía convencional ya que los mismos proveedores la brindan a bajo costo.

Las escuelas públicas que no cuentan con los recursos suficientes para la integración de líneas telefónicas se ven afectadas por las dificultades de comunicación del plantel con otras entidades del gobierno o proveedores.

Las comunidades rurales, sin importar donde se encuentren, tienen la problemática de que no tienen telefonía convencional ya que los proveedores no ven viable la instalación de la infraestructura y el mantenimiento. La razón más importante es que los proveedores no ven alguna ganancia a corto, mediano o largo plazo. Y por otro lado, las comunidades rurales no cuentan con el suficiente apoyo económico por parte del gobierno.

El estudio de factibilidad busca presentar la solución para resolver estas necesidades de cada entorno mencionado anteriormente y demostrar que es viable la implementación de bajo costo de Telefonía sobre IP y el concepto errado de que se necesita gastar miles de dólares para obtener un servicio de tal magnitud desaparezca.

### 3.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

#### 3.4.1. GENERAL

- Demostrar que la Telefonía sobre IP es una alternativa de comunicación a los sectores que no tienen las facilidades para contratar un servicio de telefonía convencional y que no resulta una inversión alta como se presenta en el mercado actual. Implementar un esquema de como se puede realizar la instalación del servicio de telefonía sobre IP en pequeñas, medianas empresas, escuelas con pocos recursos o comunidades rurales que serían las más beneficiadas con el servicio.
- Presentar las tecnologías que se utilizarán en el proyecto y los costos de las mismas. Analizar qué equipos son los menos costosos y que sean los más óptimos en el proyecto, además ver los proveedores de Internet que brinden los planes apropiados para cualquiera de los entornos en los que se quiera implementar el proyecto.

#### 3.4.2. ESPECÍFICOS

- Demostrar que no es una inversión sumamente costosa como se manipula en el mercado en la actualidad.
- Presentar las tecnologías que se adecuan al proyecto y además que no sean costosas, que sean principalmente basadas en software libre.
- Evaluar que proveedor de internet se adecua a las necesidades del entorno donde se quiera brindar el servicio.
- Obtener las ofertas de servicio que brinda cada proveedor con la finalidad de tomar la decisión que cumpla con los parámetros de cobertura y precios.



### 3.5. VIABILIDAD TÉCNICA

El propósito de la viabilidad técnica en el estudio de factibilidad es conocer con qué tecnología se cuenta en la actualidad para poder llevar a cabo el proyecto.

#### 3.5.1. INTRODUCCIÓN

Las tecnologías y herramientas utilizadas para el proyecto de Telefonía sobre IP (ToIP) en su gran mayoría son de muy bajo costo para que la inversión sea mínima para cualquier inversionista, entidad pública o privada y no tengan inconvenientes en aceptar la implementación del proyecto.

En la actualidad muchas empresas se abstienen de buscar el servicio de telefonía sobre IP debido que en el mercado el alto costo que exigen los proveedores resulta algo difícil de mantener.

El uso de software libre en el proyecto reducirá los costos de una manera sustancial debido a que la gran mayoría de aplicaciones que se utilizarán son gratuitos y se evita caer en el problema de compras de licencia y el pago todos los años de renovación de licencia; además de no tener que optar por software obtenido de manera ilegal (piratería).

El equipo necesario para el proyecto tiene que cumplir con ciertas especificaciones pero dentro de las mismas se presentarán los más adecuados para una inversión de bajo costo para cualquier entorno donde se desee implementar y que el mantenimiento no resulte muy caro.

#### 3.5.2. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto busca presentar la Telefonía sobre IP como alternativa de comunicación respecto a la telefonía convencional. La implementación del servicio será de mucha ayuda en el entorno donde se desee implementar para suplir necesidades de comunicación con otras entidades.

El fin del proyecto es brindar una infraestructura que no sea de alto costo y poder mantenerla en funcionamiento; la independencia de no tener que estar ligado a un proveedor de telefonía convencional hace más atractivo el proyecto.

Las pequeñas y medianas empresas pueden adoptar el proyecto como opción de comunicación sin la necesidad de gastar en líneas telefónicas. El mantenimiento del

servicio no requiere de muchos profesionales ya que la infraestructura del proyecto es amigable para ser manipulada por usuarios con pocos conocimientos en el servicio.

El servicio se brindará en teléfonos normales para que el inversionista no tenga que pensar en costos altos de equipos especializados.

El equipo que se utiliza para brindar el servicio es de bajo costo en lo que respecta al software y por ende no se necesita de hardware muy costoso para que no se interrumpa el uso del servicio.

El servicio puede ser tomado por cualquier persona y crear una empresa que brinde Telefonía sobre IP en Panamá a muy bajo costo.

### 3.5.3. BENEFICIOS DEL PROYECTO

Los Beneficios del proyecto de Telefonía sobre IP son muchos, pero el principal es tener las bondades de la telefonía que por alguna razón no pueda ser aprovechada con la telefonía convencional.

Pero no todo acaba allí, porque las empresas pequeñas y medianas estarían más beneficiadas al no tener que gastar en muchas líneas telefónicas de un proveedor local y reducir los costos de operación, los cuales no deben ser altos para poder obtener un gran capital en corto plazo, lo cual sería excelente para las mismas.

Las empresas grandes obtendrían grandes beneficios desde el punto en reducción de costos para cumplir con sus metas propuestas.

Las escuelas que tienen pocas líneas telefónicas pueden optar por el servicio el cual resultaría gratuito después que cuenten con el equipo que cumplan con los requisitos necesarios para la implementación que podrá resolver los procesos de comunicación con otras entidades gubernamentales como privadas.

Las comunidades rurales obtendrían grandes beneficios porque tendrán comunicación con otros lugares, además la economía del lugar se puede mejorar debido a que pueden contactarse con personas para promover sus productos. Por otro lado, la Junta comunal del lugar puede administrar el servicio, brindar mantenimiento y proveerlo a otras

comunidades que no cuente con el servicio para la expansión de las bondades de la Telefonía sobre IP.

Los emprendedores serían tomados en cuenta si la persona común o inversionista del sector público o privado toma en cuenta el proyecto y lo implementa como una empresa, así puede generar un negocio que no tendrá que hacer una inversión muy grande para poder establecer una empresa de telefonía IP en Panamá y las empresas que en la actualidad existen brindan el servicio a costos muy altos que hacen que los clientes no tomen en cuenta esta opción de servicio en donde las llamadas son mucho más baratas.

### 3.5.4. DESCRIPCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS A UTILIZAR EN EL PROYECTO

#### 3.5.4.1. PROVEEDORES DE SERVICIOS REQUERIDOS

##### GOOGLE MAPS:

Es un servidor de mapas que se observa por medio de la web. Ofrece imágenes de mapas desplazables así como fotos satelitales del mundo entero e incluso la ruta entre diferentes ubicaciones. Pero lo más importante es que ofrece un conjunto de funciones para que cualquier persona con conocimientos en JavaScript pueda desarrollar sus propias aplicaciones con las imágenes que ofrece.

Como las aplicaciones webs de Google, se usan un gran número de archivos de Javascript para crear Google Maps. Como el usuario puede mover el mapa, la visualización del mismo se baja desde el servidor. Cuando un usuario busca un negocio o sitio, la ubicación es marcada por un indicador en forma de pin, el cual es una imagen en formato PNG transparente sobre el mapa. Para lograr la conectividad sin sincronía con el servidor, Google aplicó el uso de AJAX dentro de esta aplicación. Es de utilidad para el desarrollo de aplicativos web de geolocalización.

##### Características:

- Capacidad de hacer acercamientos o alejamientos para mostrar el mapa
- Los usuarios pueden ingresar una dirección, una intersección o un área en general para buscar en el mapa.
- Los desarrolladores pueden aplicar nuevas formas de visualizar información geográfica del planeta, gracias a estas interfaces avanzadas de programación (api).
- Alta definición en la gran parte del mundo por medio de imágenes satelitales.

##### PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP):

Son los encargados de brindar el servicio de Internet a las empresas como a los hogares. La función principal de ellos es conectar los usuarios al Internet y las distintas redes que contengan cada uno y proveen mantenimiento para el buen funcionamiento del acceso.

### 3.5.5. INFRAESTRUCTURA DEL PROYECTO

#### 3.5.5.1. EQUIPO REQUERIDO

##### CENTRAL TELEFONICA (PBX)

Sus siglas significan Private Branch Exchange, la traducción sería central telefónica privada. En esencia se debe conectar a la red pública de teléfono o de algún proveedor para gestionar las llamadas entrantes, internas y salientes con autonomía sobre cualquier otra central telefónica. Las funciones principales están disponibles a continuación:

- Establecer las llamadas entre dos o más usuarios
- Mantener la comunicación en el tiempo que lo requiera el usuario.

Pero no solamente las PBX tienen que ser dispositivos físicos, en la actualidad existe la opción de PBX virtual, que es un software que se comporta de la misma manera que una PBX física y reduce los costos y espacio físico a los proveedores de telefonía. Para este estudio, presentamos Elastix como el software de PBX virtual indicado.

##### ELASTIX

Es un servidor unificado de telecomunicación que es de código abierto que contiene los siguientes servicios los cuales son IP PBX, email, mensajería instantánea y fax. También incluye una interfaz web que permite una total administración del sistema por otro lado brinda capacidad de realizar llamadas desde la línea de comandos y también desde la interfaz web.

Las funcionalidades de Elastix son brindadas por proyectos de código abierto: Asterisk en la telefonía VoIP, HylaFax en el servicio de fax digital, OpenFire como servidor de mensajería instantánea y PostFix como manejador de correo electrónico. En la actualidad Elastix soporta la gran mayoría de hardware existente en el mercado, incluye drivers para grandes empresas tales como OpenVox, Digium y Xorcom por mencionar algunos, también soporta los protocolos SIP e IAX. En lo que refiere a equipos Elastix tiene aceptación por los productos de las empresas las cuales Polycom, Atcom, Linksys y Cisco. Elastix es una alternativa sencilla de implementar si se desea brindar los servicios antes mencionados.

## ROUTER INALÁMBRICO

Es un equipo que su fin es la interconexión de las redes, la función principal de este dispositivo es llevar la información por los caminos más cortos dentro de cualquier red. También pueden proporcionar conectividad dentro de las empresas, entre las empresas e Internet, y en el interior de proveedores de servicios de Internet.

## WIRELESS ACCESS POINT (WAP)

Es un dispositivo que permite la conexión de dispositivos inalámbricos para formar una red inalámbrica. Por lo general los Access Point se conectan a una red cableada para recibir el internet y después el poder enviar los datos a las computadoras que están enlazadas con él. También permite el intercambio de datos en ambos sentidos desde la red inalámbrica a la red cableada y viceversa.

Los Access Point tienen una dirección IP para que sean administrados de una forma más fácil, además brindan interfaces de usuarios que es una de las facilidades que presentan para los administradores de la red. Un único punto de acceso puede soportar un pequeño grupo de usuarios y puede funcionar en un rango de al menos treinta metros y hasta varios cientos.

## ATA (Analog Telephone Adaptor)

En español significa adaptador análogo de teléfono; es un dispositivo que permite conectar un teléfono para realizar llamadas a través de internet usando el protocolo de voz sobre IP. Manejadas a través de Internet, las llamadas de larga distancia pueden ser sustancialmente más baratas que las llamadas transmitidas por el sistema telefónico tradicional.

Existen varios tipos de adaptadores de teléfono analógico. Todos los ATAs crean una conexión física entre un teléfono y un ordenador o un dispositivo de red; realizan conversiones de analógico a digital y se conectan directamente a un servidor VoIP, mientras que otros utilizan el software para ejecutar la acción mencionada.

## CORTAFUEGOS (FIREWALL)

Es un sistema que permite evitar el acceso no autorizado permitiendo solo el alojamiento a comunicaciones autorizadas. En esencia es un conjunto de software o dispositivos que permiten autorizar, limitar, cifrar, descifrar, el tráfico entre los diferentes ámbitos sobre la base de un conjunto de normas y otros criterios.

### 3.5.5.2. SOFTWARE REQUERIDO

#### SISTEMA OPERATIVO

##### UBUNTU

Es una distribución GNU/Linux basada en Debian orientado principalmente a computadoras personales y en la actualidad también está orientado a servidores. Es una de las distribuciones más utilizadas a nivel mundial porque no solo va enfocada a personas con grandes conocimientos en computadoras si no también a usuarios finales y operadores.

Características:

- basado en distribución GNU/Linux
- soporta dos tipos de arquitectura AMD e INTEL
- traducida a 130 idiomas oficialmente; documentación extensa.
- Su distribución es gratuita para cualquier usuario.
- Actualizaciones automáticas desde los repositorios.
- Entorno de servidor estable y altamente amigable con el administrador

## LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

### PHP

Su definición es un acrónimo de Preprocessor Hipertext que significa en español preprocesador de hipertexto. Es un lenguaje de scripting, en la actualidad de enfoque general, aunque en sus inicios sólo fue orientado a entornos web. En los últimos años ha tenido mucha popularidad con respecto a la creación de páginas web debido a su facilidad de aprendizaje, además que es gratis para cualquier persona interesada en usarlo.

Características:

- Rapidez de ejecución debido al motor llamado ZEND.
- La Seguridad es ofrecida por medio del “suhostr patch” (parche que estandariza y bloquea los cambios en ciertas configuraciones del motor PHP).
- Programación orientada a objetos que es implementada desde la versión 5.
- Lenguaje de desarrollo e implementación multiplataforma

### UNIX SHELL SCRIPTING

Es una consola donde se puede administrar el sistema operativo por medio de instrucciones de texto llamadas comandos. La consola de Shell scripting está alojada en los sistemas operativos Unix o derivados; aunque es posible instalar emuladores en sistemas MS Windows. En la actualidad existen diferentes tipos de shell entre los cuales podemos mencionar:

- Korn shell
- C shell
- Bourne shell
- Bourne again shell
- Z shell (considerado el más completo porque incluye los ya mencionados)



## JAVASCRIPT

Es un lenguaje de scripting usado para habilitar el acceso de objetos con otras aplicaciones. Pero el enfoque tradicional lo ha puesto como el lenguaje del lado del cliente (Client Side), en términos comunes se ejecuta en el cliente que es el navegador, su principal función es para el desarrollo de páginas web interactivas. JavaScript fue desarrollado en los laboratorios de Netscape Communications Network, por Brendan Eich.

### Características

- Soporta todo tipo de programación estructurada.
- La Programación orientada a objetos es bien implementa por este lenguaje.
- El manejo de excepciones
- La sintaxis es similar al lenguaje C
- La ejecución se da solo en el navegador web, o el cliente.

## HTML

Su definición es “Hypertext Markup Language” o Lenguaje de Etiquetado de Hipertexto el cual es utilizado en todas las páginas web. El HTML presenta la estructura de una página web. Fue desarrollado por el WORLD WEB CONSORTIUM (W3C) en 1989.

En esencia hasta estos tiempos todavía no se define si es un lenguaje de programación o un lenguaje de etiquetas. HTML se escribe en forma de "etiquetas", rodeadas por corchetes angulares (<,>). HTML también puede describir, hasta un cierto punto, la apariencia de un documento, y puede incluir un script (por ejemplo JavaScript), el cual puede afectar el comportamiento de navegadores web y otros procesadores de HTML.

HTML también es usado para referirse al contenido del tipo de Extensiones Multipropósito de Correo Electrónico (Multipurpose Internet Mail Extensions, MIME) text/html o todavía más ampliamente como un término genérico para el HTML, ya sea en forma descendida del XML (como XHTML 1.0 y posteriores) o en forma descendida directamente de SGML (como HTML 4.01 y anteriores).

## AJAX

Su definición es Asíncrono de JavaScript y XML, pero más que un lenguaje de programación es una técnica utilizada en sitios que pretenden ofrecer mayor dinamismo y similitud con aplicativos de escritorio. Es un conjunto de técnicas ejecutadas en el cliente para la presentación de páginas web interactivas y aplicaciones de internet. La mayor de las bondades de Ajax es incrementar la calidad de los servicios web.

Las tecnologías que contiene el Ajax son las siguientes:

- XHTML y CSS para la presentación
- El DOM para las presentaciones dinámicas e interacción con los datos
- XML y XSLT para el intercambio y manipulación de los datos presentados en pantalla respectivamente
- XMLHttpRequest objeto para la comunicación asíncrona

JavaScript es el lenguaje que comunica todas las tecnologías mencionadas anteriormente.

## BASE DE DATOS

### MYSQL

Es un sistema de gestión de base de datos relacional multi-hilo y multiusuario además contienen más de 6 millones de instalaciones, su principal atributo es que es gratuita para cualquier persona que desee utilizarla, por eso es su gran popularidad tanto a niveles corporativos o académicos. La gran mayoría de sitios web a nivel mundial utilizan MySQL como base de datos que contiene la información que se ingresa o brinda la pagina web.

#### Características:

- Soporte multiplataforma.
- Soporte para SSL.
- Conforme a las reglas ACID usando los motores InnoDB, BDB y Cluster.
- Transacciones con los motores de almacenamiento InnoDB, BDB Y Cluster.
- puntos de recuperación (savepoints) con InnoDB.
- Vistas con poder de actualización.

### 3.6. VIABILIDAD ECONÓMICA

Esta es la sección del estudio de factibilidad que determina los recursos que se necesitan o se disponen para llevar a cabo el proyecto en el entorno donde se desee implementar. La principal función de esta parte del estudio de factibilidad muestra qué atractivo es el proyecto a la vista de cualquier inversionista, entidades públicas o privadas. Además se presenta un análisis de rendimiento o rentabilidad interna del proyecto que hace una comparación de la inversión con la ganancia que se obtiene.

Otros de los puntos que se deben presentar para que el proyecto planteado goce de plena viabilidad es que debe cumplir todos los objetivos presentados al momento de hacer las investigaciones y llegar al fin donde se quiera llegar. Al conseguir la plena implementación del proyecto, además que contenga calidad y sobrepase las expectativas de proyecto similares se puede llegar a la conclusión que el proyecto propuesto es viable económicamente.

#### 3.6.1. DATOS INICIALES

En la actualidad en Panamá no se ha presentado un proyecto de tal magnitud, pero por otro lado si existen antecedentes de un servicio llamado Skype el cual es de la empresa Ebay; en la actualidad es usado por millones de personas a nivel mundial, dándole más credibilidad al proyecto de Telefonía sobre IP. El concepto Telefonía sobre IP no está siendo aprovechada plenamente en Panamá, a pesar de tener proveedores comerciales que brindan el servicio.

#### 3.6.2. DATOS DE INVERSIÓN

En donde se tiene que invertir es en el hardware dedicado a la telefonía sobre IP; el equipo debe cumplir con las necesidades de la implementación del servicio. El servicio de internet es otro punto que se debe estimar teniendo en cuenta que cumpla con los requisitos necesarios para la implementación del proyecto y que la inversión del servicio no sea muy costosa.

El punto más importante de la inversión en este proyecto es demostrar que los insumos que conlleva la implementación del proyecto son de bajo precio y que cualquier persona con un pequeño capital puede abordarlo. Además, en el caso de las comunidades rurales, la Junta Comunal del lugar puede hacer la inversión y recibir los beneficios, también

tendría un gran impacto educativo debido a que las personas del lugar llegarían a tener acceso a la tecnología.

#### COSTOS DE SOFTWARE

El proyecto necesita de software orientado a la Telefonía de voz sobre IP. En la siguiente tabla se muestran todo el software que se necesita y los costos que tienen cada uno los cuales no representan una gran inversión. Aunque existe software especializado como el que usamos, pero resulta muy costoso y ese no es el fin.

Nombre	Categoría	Licencia	Precio(B./)
Elastix	PBX	GPL	0.00
Ubuntu	Sistema operativo	GPL	0.00
Google maps	Web 2.0	Servicio gratuito	0.00
PHP	Lenguaje de programación	Código Abierto	0.00
JavaScript	Lenguaje de programación	Código Abierto	0.00
X-lite	Softphone	Propietary freeware	0.00
<b>Total de inversión</b>			<b>0.00</b>

Tabla III-1: Tabla de precios de Software

El beneficio de usar software libre en la actualidad es una realidad no sólo de empresas pequeñas también empresas grandes o multinacionales que adoptan el uso de software libre para reducir los costos de producción. Existe una tendencia a usar software libre, dado que anualmente le trae muchos beneficios desde el punto de vista de ahorro económico.

## COSTOS DE HARDWARE

El proyecto necesita de una inversión por parte de la entidad que lo desee implementar. Existe en la actualidad hardware open source que es de bajo costo como es el caso de “Arduino” o “buglabs” que brindan materiales con los cuales se puede crear equipos para realizar proyectos.

Los equipos que se presentan en la siguiente tabla cumplen con los requerimientos para poner en marcha el proyecto sin problemas.

Equipo	Marca	Cantidad	Precio(B./)
Router	Linksys WRT54G v2	1	45.63
Router	Linksys WRT54G v2	1	49.34
Router	Linksys WRT54GL	2	141.94
Router	Linksys WRT54GL	1	62.43
Adaptador de teléfono análogo	Grandstream HandyTone 488	4	49.95
<b>Total de Inversión</b>			<b>349.49</b>

Tabla III-2: Tabla De Precios De Equipos

La tabla presenta los equipos necesarios para la puesta en marcha del proyecto y los precios; los precios presentados en la tabla demuestran que implementar el proyecto no es una inversión muy alta. Pero la cantidad y las marcas de los equipos pueden variar de acuerdo a la magnitud de la implementación que se desee llevar a cabo. Los equipos presentados cumplen con los estándares establecidos y los precios son accesibles para cualquier persona que cuente con un capital pequeño.

Las PYMES no tendrían inconveniente en optar por implementar el servicio ya que la inversión no sería difícil de llevarla a cabo. Las escuelas no tendrían problemas para tomar la opción del servicio de Telefonía sobre IP debido a que los precios no son difíciles de pagar. Las comunidades rurales, con el apoyo de la Junta Comunal, con que inviertan un pequeño capital no tendrían problemas en adoptar el proyecto como propio para su mantenimiento e implementación, además pueden hacerlo para obtener fondos brindando el servicio a otros lugares que no pueden adoptar el servicio por algún inconveniente.

## COSTO DE PROVEEDORES DE INTERNET

Se debe tener en cuenta que el servicio de Internet es considerado para permitir administración remota de la infraestructura; por lo tanto se deben presentar alternativas de costos para adquirir el servicio.

### CABLE & WIRELESS PANAMÁ

Empresa multinacional con una sucursal en Panamá constituida desde el año 1997. Inició sus operaciones brindando servicio de telefonía local y celular a nivel nacional además brindan el internet cableado como inalámbrico tanto en el ámbito residencial y también en el comercial.

Ancho de Banda	Pago Mensual(B./)	Costo de Instalación (B./)
1 Mbps (ilimitado)	16.95	15.00 con servicio de telefonía o 30.00 sin telefonía.
2 Mbps (ilimitado)	28.95	Gratis con servicio de telefonía o 30.00 sin telefonía.
3 Mbps (ilimitado)	49.95	Gratis con servicio de telefonía o 30.00 sin telefonía.
4 Mbps (ilimitado)	89.95	Gratis con servicio telefonía o 30.00 sin telefonía.
5 Mbps (ilimitado)	99.95	Gratis con servicio telefonía o 30.00 sin telefonía.

**Tabla III-3: Precios Residenciales para Cable & Wireless**

Ancho de Banda	Pago Mensual (B./)	Costo de Instalación (B./)
512 Kbps	24.95	50.00
1 Mbps	29.95	50.00
1.5 Mbps	59.95	50.00
2 Mbps	89.95	50.00

**Tabla III-4: Precios Empresariales para Cable & Wireless**

## CABLE ONDA

En agosto de 1982 comenzó sus operaciones como compañía de servicio de TV pagada, hoy día llega a miles de hogares y negocios, no sólo en la ciudad de Panamá, sino en el interior de la república también, gracias a su red de fibra óptica con los servicios de Cable TV, Internet y telefonía.

Ancho de Banda	Pago Mensual (B./)	Costo de Instalación (B./)
1 Mbps	18.95	0.00
1.5 Mbps	26.65	0.00
2 Mbps	28.95	0.00
3 Mbps	49.95	0.00
4 Mbps	94.95	0.00
5 Mbps	100.95	0.00

**Tabla III-5: Precios Residenciales Para CableOnda**



## MOBILPHONE

Es una empresa panameña líder en el mercado de las telecomunicaciones en el país. Cuenta con una red propia de cobertura nacional que permite brindar servicios de radios troncales, buscapersonas (beepers), Internet y redes de datos con confiabilidad y eficiencia.

Ancho de Banda	Pago Mensual (B./)	Costo de Instalación (B./)
256 Kbps	35.34	0.00
512 Kbps	45.44	0.00
1 Mbps	100.99	0.00

**Tabla III-6: Precios Residenciales para Mobilphone**

Ancho de Banda	Pago Mensual (B./)	Costo de Instalación (B./)
256 Kbps	100.95	0.00
384 Kbps	126.2	0.00
512 Kbps	151.45	0.00
1 Mbps	201.95	0.00
2 Mbps	252.45	0.00

**Tabla III-7: Precios Empresariales para Mobilphone**

#### CLARO PANAMÁ

América Móvil, S.A.B. de C.V. (AMX), es la compañía de comunicaciones móviles más grande de América Latina y la cuarta más grande del mundo en términos de suscriptores proporcionales. Ofrece SMS (Mensajes cortos), MMS (mensajes multimedia, conexión móvil, información y entretenimiento de voz y datos.

Ancho de Banda	Pago Mensual (B./)	Costo de Instalación (B./)
Internet 1 GB	25.39	0.00
Internet ilimitado	34.89	0.00
Internet 1 GB 3.5 G	29.29	0.00
Internet ilimitado 3.5G	49.95	0.00

**Tabla III-8: Precios de Internet Móvil Por Parte de Claro Panamá**

#### WIPET PANAMÁ

Liberty Technologies, Corp. es la empresa proveedora de tecnología de Internet de Banda Ancha que inició sus operaciones en el mes de mayo de 2003. Pionera en la introducción de tecnología inalámbrica sin línea de vista, personal altamente calificado y un servicio ejemplar, le han permitido alcanzar rápidamente su madurez en el mercado panameño.

Ancho de Banda	Pago Mensual (B./)	Costo de Instalación (B./)
256 Kbps	24.95	0.00
384 Kbps	29.95	0.00
512 Kbps	34.95	0.00
1 Mbps	49.95	0.00

**Tabla III-9: Precios de Servicio WiMAX, Por Parte de Wipet Panama**

## PERSONAL

La implementación del servicio es una tarea que requiere de personal técnico o de ingeniera en el área de informática o electrónica para la puesta en marcha del servicio y al mismo tiempo hacer pruebas para no brindar un servicio con defectos. Los costos del personal que tendrá la labor de implementar el servicio se ve en la siguiente tabla.

Personal	cantidad	Costo x Hora	Horas de Trabajo	total
Tecnico en soporte tecnico	3	2.50	40	300.00
Total de inversion				300.00

III-10: Costos de Personal de Implementación

El costo del personal para la implementación del servicio es basado en una semana de trabajo el valor total puede variar.

## VALOR DE TOTAL DE LA INVERSIÓN

El valor total de inversión del servicio puede variar debido a que todo depende a qué lugar se implemente el servicio además también que proveedor brinda el servicio de internet sin problemas.

Tipo de inversión	Costo
Costo Software	0.00
Costo Hardware	349.49
Costo Personal	300.00
Total de inversión	649.49

III-11: Costo Total de Inversion

### 3.7. VIABILIDAD OPERATIVA

La sección de viabilidad operativa del proyecto de Telefonía sobre IP presentará los recursos que intervienen en las actividades del proyecto (procesos). También los recursos humanos que participen en la operación. Durante esta etapa del estudio de factibilidad se identifican todas aquellas actividades que son necesarias para lograr el objetivo además se evalúa y determina todo lo necesario para la puesta en marcha del proyecto.

Los diferentes puntos de vista de esta sección se tienen que ver desde el entorno o ámbito donde se implemente los cuales son los siguientes

- Pequeña Empresa y Mediana Empresa
- Escuelas Primarias
- Comunidades Rurales

Antes de explicar el modo operativo del servicio en los entornos elegidos se debe tener en cuenta que se debe instalar una red inalámbrica mesh ad hoc con el protocolo OLSR para que si algún nodo o router pierde conectividad no se pierda el servicio. Los nodos se colocarán de tal manera que la propagación de ondas inalámbricas no sea afectada al punto que el servicio se pierda en cualquier nodo de la infraestructura y se quede sin comunicación las extensiones que dependen de él. Todos los router que pertenezcan a la red deben tener instalados el protocolo OLSR para evitar la pérdida del servicio si un nodo dejara de funcionar en algún momento inesperado.

Otro punto que no se debe dejar de tomar en cuenta es la seguridad del servicio para evitar ataques o el uso de la red para beneficios propios del intruso que por ejemplo puede consumir el ancho de banda el cual no es un beneficio para el servicio. Para evitar estos tipos de problemas cada router dentro de la red tendrá una clave de acceso para poder que la conexión se encuentre habilitada dentro del servicio además esto evita el conflicto de que dos router o más presten el servicio a la misma conexión.

### 3.7.1. PEQUEÑA Y MEDIANA EMPRESA (PYME)

En lo que respecta las pequeñas y mediana empresas el uso de la telefonía sobre IP reduce los costos de inversión en líneas telefónicas además sólo basta con tener una sola línea telefónica del proveedor si desea hacer llamadas a teléfonos o celulares de telefonía convencional pero si es a una línea telefónica sobre IP no tendría que depender del proveedor para realizar una llamada.

- Dentro de la empresa se pueden crear las cantidades de extensiones necesarias para la empresa sin costo alguno lo cual es aceptable para el inversionista.
- En el caso de que la empresa tenga muchas sucursales se puede comunicar con telefonía sobre IP sin ningún costo. Para implementar esta solución en el caso de más de una sucursal por cada sucursal se implementa una estación telefónica sobre IP para que exista comunicación entre ellas.
- El mantenimiento o gestión del buen funcionamiento del servicio debe ser responsabilidad de una persona con conocimiento en el área de informática o redes para que no demore en resolver algún problema que se presente.
- De poner en ejecución el servicio se necesitarían los servicios de un ingeniero informático o electrónico con conocimientos en redes para poder mantener estable el buen funcionamiento de la telefonía en caso de que se interrumpiera por alguna razón.
- Los usuarios no tendrían ningún tipo de problema en adoptar el servicio debido a que es la misma mecánica de la telefonía tradicional, sólo marcas el número donde desees llamar.
- Además cada usuario dentro de la empresa puede tener su propia extensión solamente que sea aprobado y el administrador del servicio se la ingrese al sistema y se le instale el equipo necesario para el uso de la nueva línea.

- El servicio se brinda las 24 horas solamente hay que tener el servidor que contiene la central telefónica encendido para no interrumpir su funcionamiento.
- No depender mucho de un proveedor de telefonía convencional ya que las líneas no tienen que ser instaladas por él, solamente son creadas por el administrador del servicio. La implementación, de darse en sucursales, si es el caso sería una central en la casa matriz y que las demás obtengan el servicio desde allí. La principal aclaración que se debe tener en este entorno es que si se implementa el servicio de telefonía sobre IP no quiere decir que no se necesite una línea de telefonía de algún proveedor.

Al decir esto se refiere a que si la persona dentro de la empresa necesita llamar a una entidad pública o privada que tenga telefonía convencional se necesitaría la línea que brinda el proveedor de telefonía porque es comunicación de telefonía IP a telefonía convencional el cual sería el proveedor el intermediario. La implementación del servicio de telefonía sobre IP es una alternativa a la cual las empresas pueden aceptar como una opción de comunicación para no tener que pagar por las líneas y extensiones que necesiten en algún momento requerido o por la necesidad que tengan en un momento indicado. Ya quedaría a disposición del empresario o inversionista optar por la implementación de telefonía sobre IP en la empresa o sucursales que tenga en el momento.

La inversión no es muy alta en varios aspectos, pero en funcionalidad los costos en llamadas telefónicas no serían un problema para las pequeñas y medianas empresas que implementen el servicio.

### 3.7.2. ESCUELAS PRIMARIAS

En la actualidad las escuelas primarias de nuestro país no tienen facilidades de tener muchas extensiones telefónicas dentro de su instalación ya que eso representa un costo el cual la entidad no puede pagar por los pocos recursos que recibe por el gobierno, pero esta realidad se observa más en las escuelas de lugares lejanos a la capital.

El servicio de Telefonía sobre IP es la solución al problema de las extensiones que tiene la entidad o podría ser una solución para poner una en cada salón para comunicarse con cualquier departamento o salón dentro del plantel. El modo operativo del servicio dentro del lugar se define de la siguiente manera:

- Los servidores que contienen la central telefónica se alojarán en la dirección o en el departamento de informática.
- Los salones o departamentos deben tener cada uno un teléfono y su respectivo adaptador para poder aceptar el servicio que brinda la central telefónica con esta implementación se puede comunicar unos con otros sin problemas y no tendrán que pagar por la creación de una extensión si se necesitara en algún momento.
- De poner en ejecución el servicio se necesitarían los servicios de un ingeniero informático o electrónico con conocimientos en redes para poder mantener estable el buen funcionamiento de la telefonía en caso de que se interrumpiera por alguna razón.
- Se debe tener presente que se necesita por lo menos una línea de telefonía convencional ya que alguien dentro de la entidad desee comunicarse con alguien que tenga línea brindada por un proveedor la central del plantel tendrá que hacer una enlace entre Telefonía sobre IP y Telefonía convencional para que la comunicación se lleve a cabo por medio de la que tiene la escuela contratada a un proveedor de la localidad. Explicado de otra manera, hace falta un Gateway o Pasarela entre ambos dominios (de datos y voz).

La inversión para la puesta en marcha del proyecto no sería grande, pero se debe tener en cuenta que entre más se desee abarcar dentro de las escuelas, en extensiones, se necesitan más equipos, si se quiere tener a todos los sitios del plantel en completa comunicación dentro como fuera de la escuela. El servicio puede ser adoptado por el ministerio de educación para poder tener comunicación con escuelas de difícil acceso a la cual no tienen los recursos para instalar la Telefonía convencional.

Existe el proyecto infoplazas que brinda internet a comunidades rurales entonces las escuelas del lugar no tendrían que contratar el internet de un proveedor y se podría implementar la Telefonía sobre IP solamente costearlo los gastos del equipo con fondos de la escuela o algún patrocinador que podría ser una entidad pública o privada.

El proyecto en ejecución sería de gran ayuda en la escuela que se implemente. Tendría mucha proliferación si en todas las escuelas se instala el servicio y se crea la red de Telefonía sobre IP en el ámbito de la educación a nivel nacional. Así todos los planteles educativos estarían comunicados entre sí.



### 3.7.3. COMUNIDADES RURALES

Las comunidades rurales de nuestro país no escapan a la realidad del problema de comunicación con otros lugares tanto cercanos como lejanos. Los beneficios de implementar el servicio de Telefonía sobre IP en algún pueblo poco comunicado serían de gran ayuda en muchos aspectos.

El modo operativo del servicio dentro de la comunidad sería el siguiente:

- Se puede tomar a la junta comunal del lugar u otra entidad como una iglesia para la instalación de los servidores que contienen la central telefónica y el sistema de administración de la misma.
- El servicio de Telefonía sobre IP estará ejecutándose sobre una red inalámbrica, para que la implementación sea rápida y evitar el costo de tiempo y dinero en la estructuración de una red cableada.
- La instalación del servicio generaría plazas de empleo para personas que sean ingenieros informáticos o electrónicos con conocimientos en redes para la administración del servicio y mantenimiento para que el servicio sea constante.
- Los equipos serán instalados en las casas o sitios que lo requieran dentro de los previos del pueblo creando las extensiones necesarias para que la comunidad se mantenga comunicada.
- El servicio se brindaría dentro y fuera de la comunidad las 24 horas sin interrupción alguna. De que ocurra alguna caída del servicio se debe presentar la solicitud al administrador para la puesta en marcha del servicio nuevamente.
- La aclaración que se debe hacer por parte del o los administradores del servicio es que si la persona desea comunicarse a un número de algún proveedor de telefonía convencional, no se podrá ejecutar si la central telefónica no tiene una línea de teléfono tradicional.
- La central telefónica poseerá una línea de teléfono brindada por algún proveedor de telefonía, la comunidad podrá realizar llamadas a lo interno del pueblo.

después de un estudio de tráfico en la comunidad se podrá tener la cantidad de líneas telefónicas necesarias para el lugar, para hacer llamadas fuera del poblado.

- En el caso que se necesite una extensión adicional se presenta la petición al administrador de la central o al encargado del servicio y el debe proceder a instalar el equipo necesario y crear la extensión dentro del sistema para que exista la comunicación con las demás líneas existentes.

El servicio se puede extender a otros pueblos cercanos y cobrar un costo accesible para que la Telefonía sobre IP tengas más aceptación en el país y no se entienda como algo demasiado caro o difícil de instalar. La junta comunal del pueblo puede hacer que el servicio sea auto-sostenible con los productores del pueblo o artesanos puedan usar las líneas para comunicarse con comerciantes de la capital y vender sus productos. De las ganancias de las ventas se brinda un porcentaje al servicio para pagar la administración y mantenimiento del mismo.

La Telefonía sobre IP en las comunidades rurales tendría mucha aceptación donde se instalen porque no sería algo muy costoso, solamente con un pequeño apoyo del gobierno central o por otro lado el patrocinio de alguna entidad privada que desee ayudar en la implementación del servicio.

### 3.8. COMENTARIO FINAL

El estudio de factibilidad realizado presenta los recursos de software como de hardware que se necesitan para poner en marcha o implementar la telefonía sobre IP en cualquiera de los entornos mencionados y explicados anteriormente en la sección de la viabilidad operativa. Tampoco se necesita de un grupo grande de personas para mantenerlo operando de manera continua. El soporte necesita solamente de un administrador que tenga los conocimientos necesarios, esto quiere decir que el inversionista no tendrá altos costos en lo que se refiere a mano de obra que le brinde mantenimiento al servicio brindado.

Las bondades que presenta la telefonía sobre IP en los entornos presentados durante la investigación muestran que no es una inversión grande, es todo lo contrario. De poner en marcha este proyecto, en algunos de los escenarios presentados, quedaría demostrado que el servicio no es una inversión de alto costo como muchas empresas en la trayectoria nacional lo presentan.

Por otro lado se debe tener en cuenta que las empresas que brindan el servicio, generalmente usan software privado muy caro, además equipos de alto costo y calidad y no sería rentable para ellos regalar su inversión. Pero, el alto costo de implementar la telefonía comercial hace difícil que se difunda el servicio en lugares o entidades en la que sería de mucho provecho usarlo para sus actividades básicas o desarrollo y desenvolvimiento de sus procesos. En lo que se difiere es que no tiene que ser algo excesivamente caro implementar el servicio de telefonía sobre IP en un lugar o entidad que no tenga las facilidades económicas para contratar este servicio y recibir los beneficios que se obtienen con el mismo.

Implementar el proyecto en algunos de los entornos y verificar su factibilidad sería una gran ayuda a la comunidad panameña que ya no tendrá el pensamiento errado de que la telefonía sobre IP es algo muy costoso en comparación con la telefonía tradicional y en realidad es todo lo contrario que el servicio sobre IP resulta más barato que el servicio tradicional de telefonía. El fin del estudio de factibilidad no es decir que las empresas privadas que dan el servicio es la única alternativa para obtener la tecnología presentada a lo largo de la investigación lo que se presenta es una alternativa de las muchas que existen.

La Telefonía sobre IP es una tecnología de la cual debemos beneficiarnos; existen muchas maneras de llegar a ella. Solamente se deben buscar alternativas que faciliten obtener el servicio. También ir quitando poco a poco de la sociedad la mentalidad de que

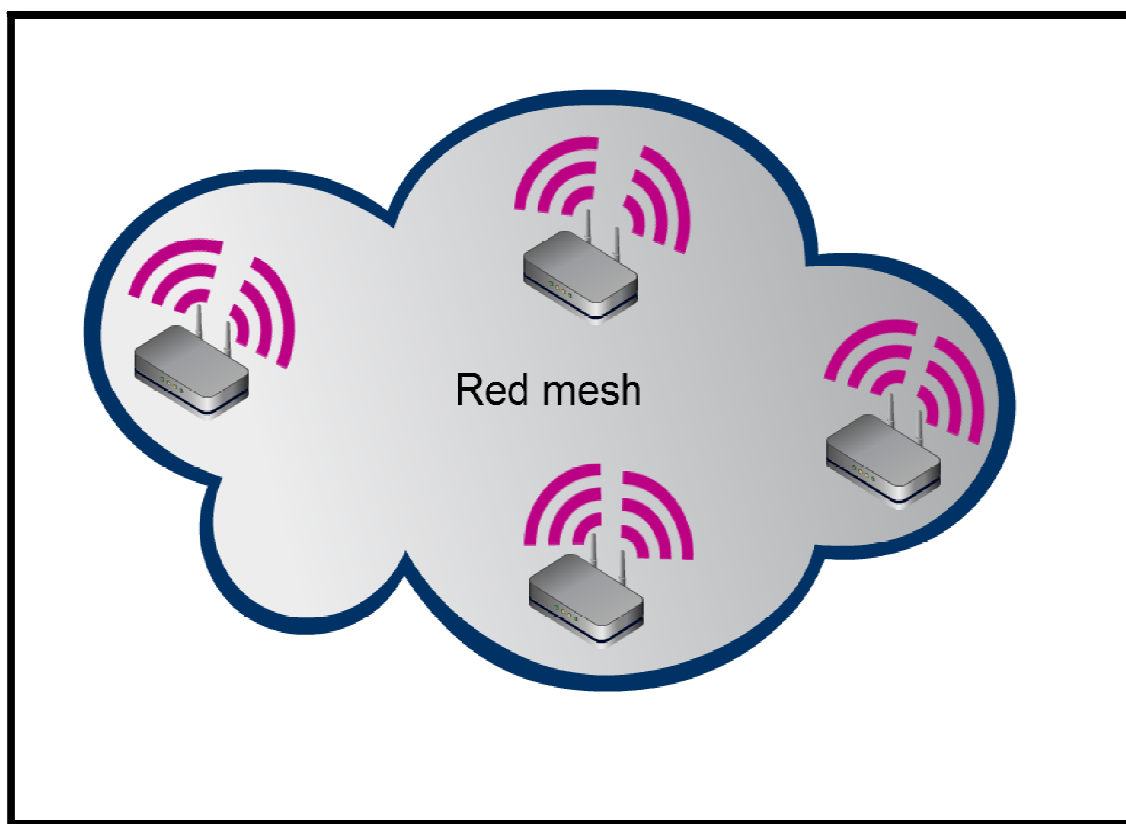
es costoso obtener el servicio, que es todo lo contrario resulta considerablemente económico utilizarlo. Sería bueno que fuera más usada la Telefonía sobre IP en el país que cuenta con mucha tecnología la cual no es aprovechada al máximo.

#### IV. DESARROLLO TÉCNICO DE LA SOLUCIÓN

## 4.1. DISEÑO/CONSTRUCCIÓN DE LA RED

### 4.1.1. INTRODUCCIÓN

El diseño para la implementación de prueba del servicio de telefonía sobre IP es una red mesh que consta de cuatro nodos. El esquema a utilizar es un esquema de “cuadrado”, con cada nodo en un extremo, formando la nube de conectividad mesh. El esquema fue definido por motivo de orden en las instalaciones físicas, ya que al estar todos los nodos bajo el mismo espacio físico cualquier alineación de los mismos resultaría en el mismo nivel de conectividad; no hay más de un salto de comunicación entre los nodos mesh.



**Figura IV.1: Distribución De Nodos En La Red Mesh**

Los requisitos que se necesitan para el diseño son los que se muestran en la siguiente tabla.

Equipo	Marca	Modelo	Cantidad
Router	Linksys	Wrt54gs v1.1	4
Cables de red Patch cord CAT5	Genérico	6' de largo	4

**Tabla IV-1: Implementación De Red - Listado De Equipos Utilizados**

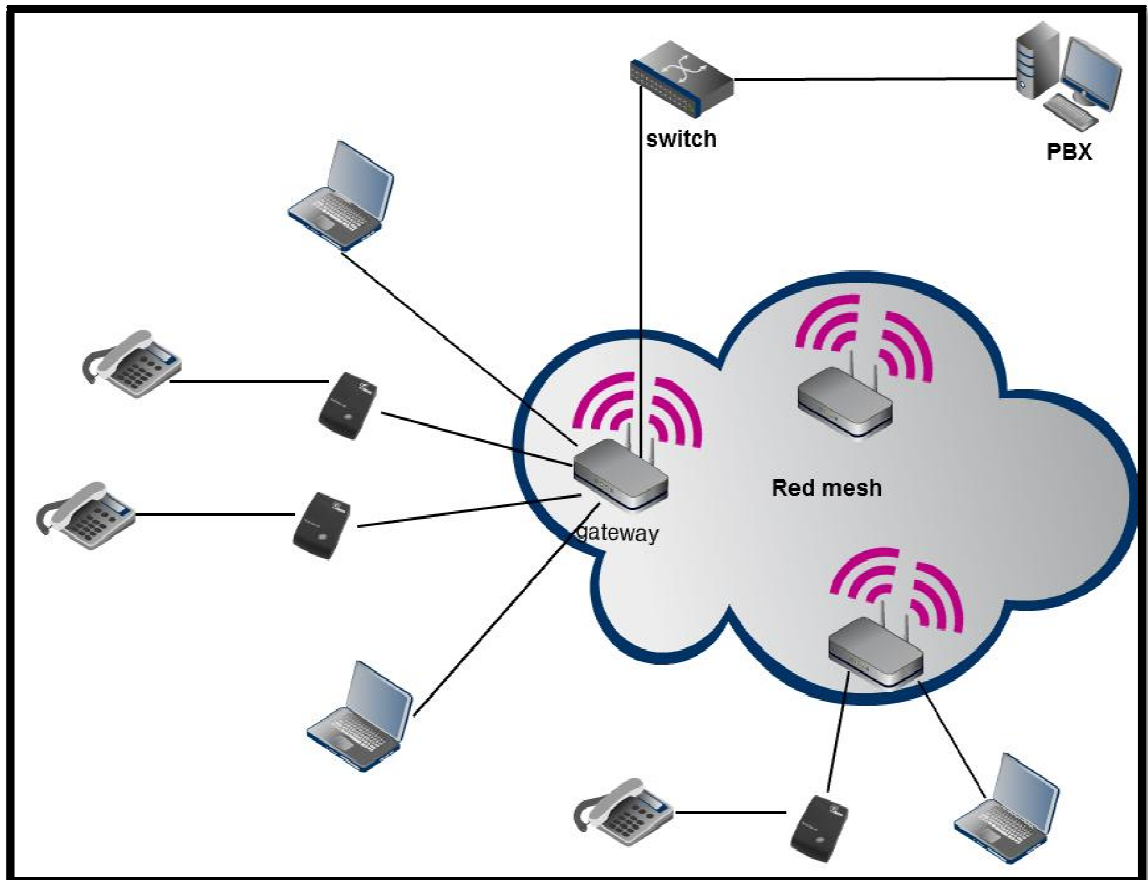
El software implementado en la construcción de la red se presenta en la siguiente tabla:

Software	Versión	Licencia
Firmware Openwrt	openwrt-g-freifunk-1.6.36-es	GPL
Paquete de firmware	Busybox-telnet	GPL
Paquete de firmware	freifunk-recommended	GPL

**Tabla IV-2: Implementación De Red - Listado De Software Implementado En La Red Mesh**

Las tablas anteriores mostraron los equipos utilizados para montar la infraestructura de red durante la investigación. Consideramos que este listado tiene lo mínimo recomendado para una evaluación de este tipo.

La siguiente imagen muestra cómo debe ser posible diversificar la red, una vez que las pruebas de conectividad en la nube mesh presenten efectividad de comunicación.



**Figura IV.2: Con La Nube Mesh Verificada, Este Es El Esquema Diversificado De La Infraestructura De Red**



Uno de los nodos de la red debe ser el principal o el Gateway el cual tendrá acceso a internet. Este nodo debe tener configurado la HNA (Host and Network Association) (Asociación entre la Computadora y la Red), la cual es la dirección de red 0.0.0.0/0. Cuando nos referimos al término HNA, nos referimos a los mensajes que se intercambian entre la interfaz OLSR, que en nuestro caso es la red mesh, y los dispositivos que no pertenecen a la red, como por ejemplo las computadoras portátiles que están conectadas a los nodos de la red.

El Gateway está encargado de atender las peticiones especiales de salida al Internet Comercial desde cada subred que pertenezcan a la red mesh. También el Gateway se encarga de las respuestas que provengan del exterior para dirigirlo a su respectiva subred por medio de una tabla de ruteo. Además, tiene la función de alimentar la nube de la red mesh con información de encaminamiento para alcanzar otras redes externas.

Los nodos que conforman la red mesh deben enviar cada petición de la subred al Gateway, además deben recibir las respuestas que provienen del Gateway y devolverlas a la subred. Se debe tener en cuenta que la implementación de una red mesh no es nada fácil como implementar una red inalámbrica Wi-Fi debido a que se trabaja con el protocolo proactivo OLSR, además se deben definir parámetros que una red común no usaría como por ejemplo la HNA que es fundamental en el momento de poner en marcha la red mesh.

Al momento de configurar los routers de la red, debemos tener presente que ellos pertenecen a la misma red mesh, sin embargo las subredes que contengan cada nodo debe tener un rango de IP diferente a las subredes de los otros nodos para evitar posibles conflictos al momento de hacer peticiones al Gateway.

Antes de configurar los routers a cada uno de ellos se les debe instalar unos paquetes (módulos) necesarios para que la implementación de la red mesh sea exitosa. La única manera de instalar estos paquetes es ingresando al router en modo consola y la persona que realice la instalación debe tener conocimientos en el Shell de Unix. El sistema operativo que se utiliza para correr la aplicación de monitoreo de nodos debe tener comunicación con el Gateway de la red mesh, pero la manera más viable de que exista comunicación con la aplicación y el Gateway sin intervención de los administradores es por el comando llamado “expect” con el cual realiza un login automático desde la aplicación hasta el Gateway de la red mesh y poder conocer la información de los nodos.

#### 4.1.2. CONSTRUCCIÓN

Se realizó una búsqueda exhaustiva del firmware que nos ayudaría a poder implementar la red mesh, entonces se llegó al consenso de probar 3 firmwares que podrían darnos los resultados esperados. A esta conclusión se llegó después que realizamos pruebas con los siguientes firmwares:

##### OPENWRT

Es un firmware de código abierto con el que realizamos pruebas para la creación de la red mesh, pero como tiene muchas secciones y paquetes de instalación no fue de gran ayuda para nuestra implementación debido a que no se enfoca solamente al tema de redes mesh, sino que también abarca la creación de redes ad-hoc, además tiene muchos paquetes que ya están por defecto y no resulta viable utilizarlo por el requisito de sencillez que requerimos en el proyecto.

##### X-WRT

Ésta es una versión derivada del Openwrt con una interfaz gráfica más amigable al usuario, además tiene una comunidad activa que mantiene este firmware actualizado, al momento de instalar los paquetes para el uso del protocolo OLSR no presentaba una forma de configurarlo a nuestras necesidades y por esta razón fue descartado.

##### FREIFUNK

Ésta es también una versión derivada del Openwrt, pero desarrollada en Alemania que tiene el nombre del movimiento (Freifunk), pero la gran diferencia de los dos ejemplos mencionados anteriormente es que el Freifunk es orientado a redes mesh y la configuración para crear la red mesh es fácil, además este firmware hace que se logre implementar una red mesh que cumple con nuestras necesidades como que el firmware tenga por defecto el protocolo OLSR.

Después de evaluar cuál de ellos podía darnos una red funcional con la mayor cantidad de opciones por defecto (menos tiempo de configuración), se llegó a la decisión de utilizar **Freifunk** como firmware oficial de nuestra red mesh.

#### 4.1.2.1. PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE RED MESH

##### PRIMER PASO: INSTALAR FREIFUNK FIRMWARE EN ROUTERS INALÁMBRICOS

Los parámetros descritos a continuación, fueron ejecutados desde un ordenador utilizando Ubuntu como sistema operativo. Las configuraciones para plataforma Windows no fueron evaluadas ni utilizadas durante el proceso de implementación.

##### ASIGNAR EL IP ESTÁTICO A TRAVÉS DE LÍNEA DE COMANDOS

Existen dos formas de asignar el IP estático una computadora con Ubuntu mediante una línea de comandos o Shell y también desde la interfaz gráfica que brinda el sistema operativo. Estos son una serie de pasos para una persona que tiene conocimientos en el Shell de Unix.

- Ejecutar el siguiente comando en el Shell. Utilizamos el editor ‘nano’ para escribir en el archivo ‘interfaces’, el cual contiene el direccionamiento IP del ordenador

```
sudo nano /etc/network/interfaces
```

- Editar el archivo llamado interfaces y agregar las líneas que se presentan en la siguiente imagen.

```
# The primary network interface
Auto eth0
Iface eth0 inet static
Address 192.168.1.3
Network 192.168.1.0
Netmask 255.255.255.0
Broadcast 192.168.1.255
Gateway 192.168.1.1
```

Ahora reiniciar el sistema de redes con el siguiente comando.

```
sudo /etc/init.d/networking restart
```

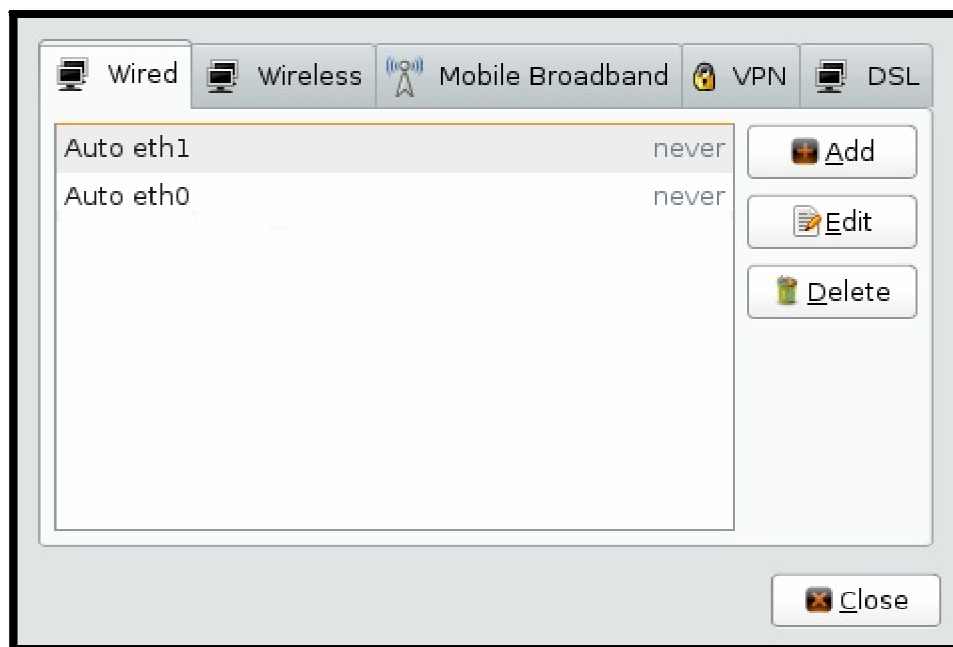
## ASIGNACIÓN DE IP ESTÁTICO POR MEDIO DE INTERFAZ GRÁFICA

- Se presiona el botón derecho del Mouse sobre el icono de la computadora en la barra de tarea y seleccionamos la opción “Edit Connections”.



**Figura IV.3: Seleccione "Edit Connections" Del Menú Desplegado**

- Buscamos la pestaña “Wired” y seleccionamos el botón “Add”



**Figura IV.4: "Wired" Contiene Las Configuraciones LAN Para Cada Tarjeta De Red En El Ordenador**

- Al seleccionar el botón “Add” se presenta el formulario donde ingresamos el nombre de la conexión y la dirección MAC de la tarjeta de red de tu computadora.

Connection name: Wired connection 1

☒ Connect automatically

☐ System setting

Wired 802.1x Security IPv4 Settings

MAC address: 00:50:56:c0:00:09

MTU: automatic bytes

Cancel OK

Figura IV.5: Menú De Configuración Para Interfaz De Red "eth1"

- Después seleccionamos la pestaña llamada “IPv4 Settings”, entonces se presenta un menú desplegable con varias opciones ahora se elige la opción “manual”.

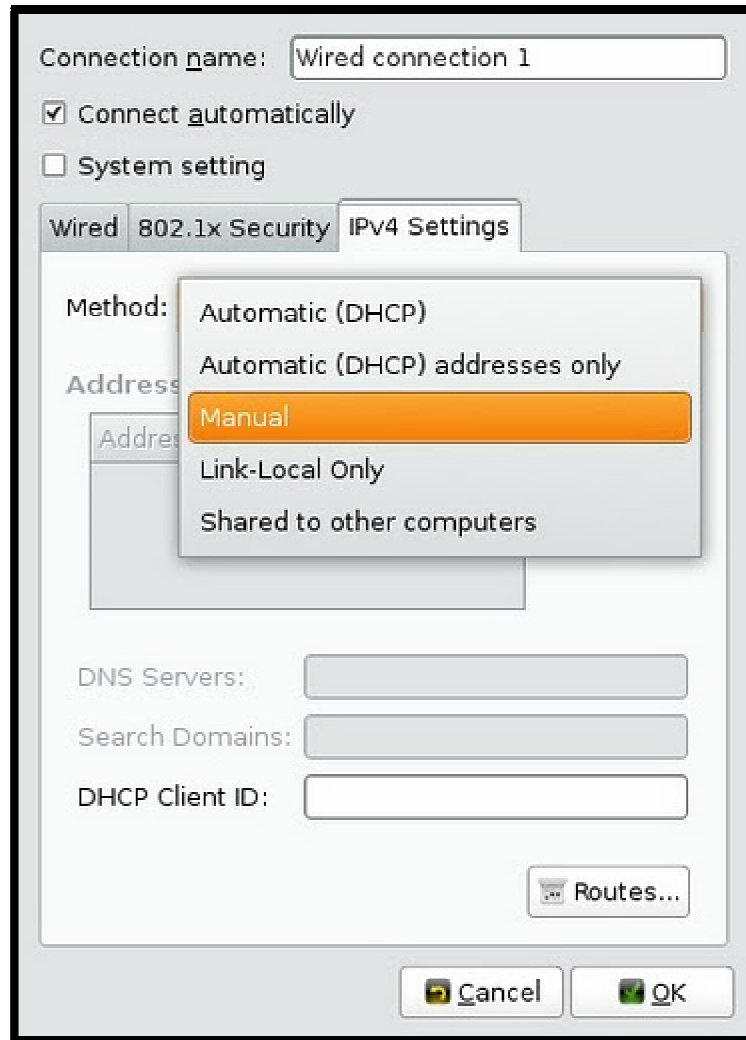


Figura IV.6: Seleccione "Manual", Para Asignar Una Dirección IP Manualmente

- Luego de seleccionar la opción “manual” se presenta un menú entonces procedemos a agregar los parámetros de la red por medio del botón llamado “Add”.

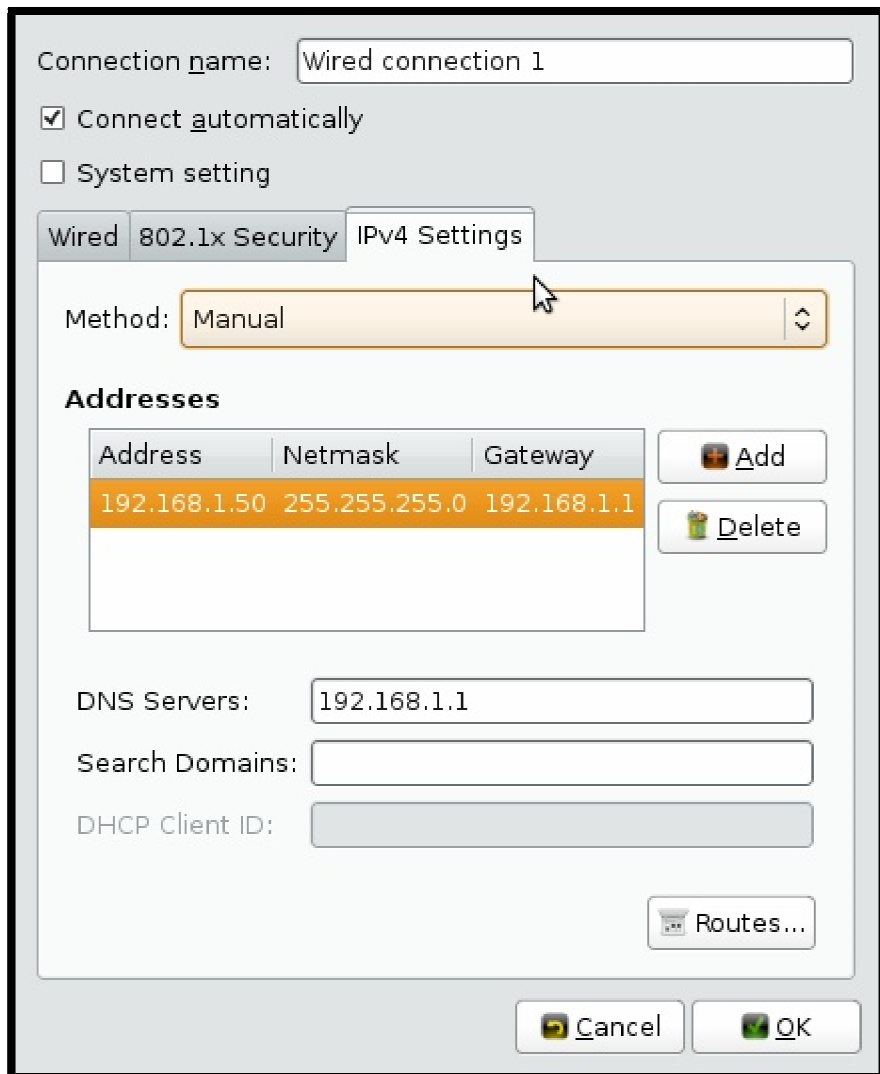
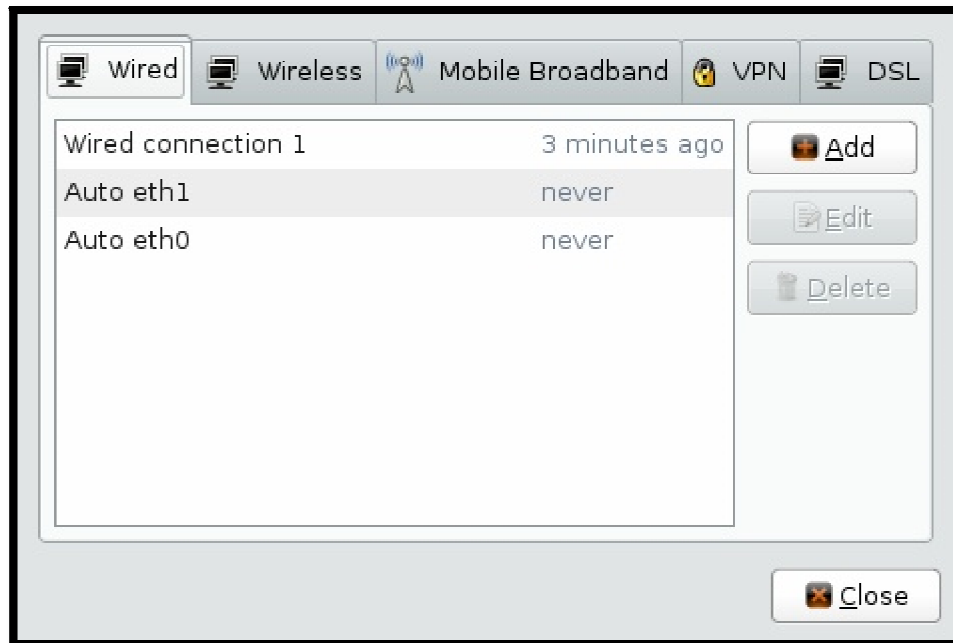


Figura IV.7: "Add" Permitirá Agregar Los Parámetros De Red Requeridos

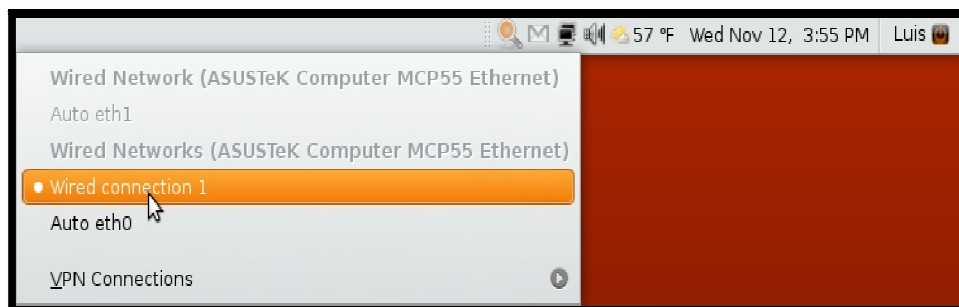


- Ahora observamos que la nueva conexión fue creada



**Figura IV.8: Comprobamos Que La Conexión Fue Agregada Al Listado**

- Nos dirigimos a la barra de tareas entonces podemos ver la nueva conexión y seleccionarla para tener nuestro IP estático y poder introducir el firmware en los routers



**Figura IV.9: Seleccionamos La Conexion Creada Con Anterioridad**

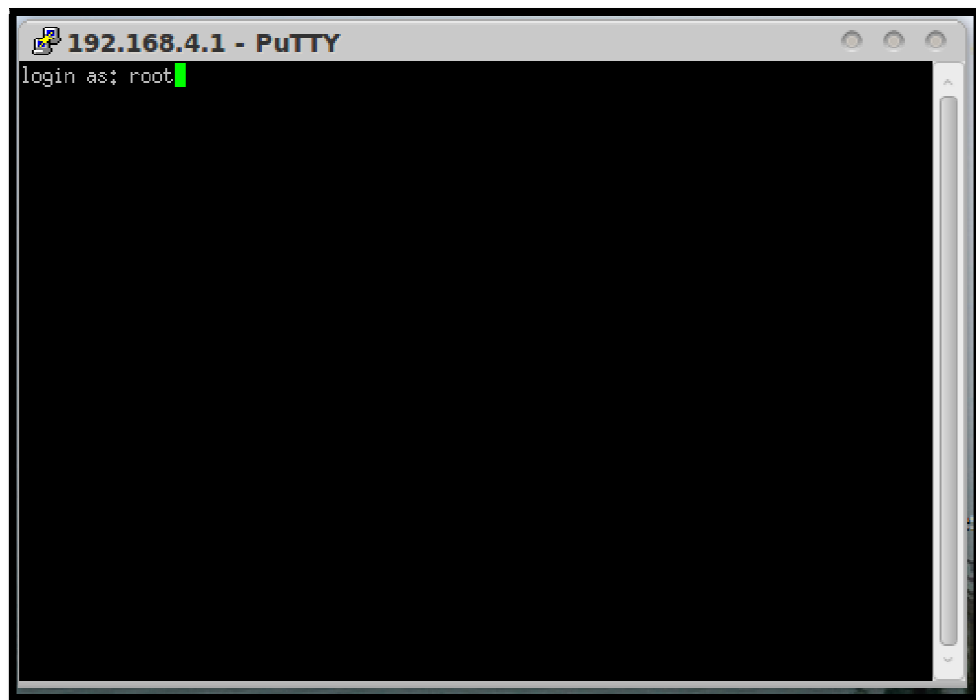
- Ejecutar el siguiente comando en el Shell de Unix para realizar la transferencia del firmware de Freifunk. Esto se debe ejecutar desde el instante que enciende el router

```
tftp -I put openwrt-g-freifunk-1.6.36-es 192.168.1.1
```

- Después de haber ingresado el firmware Freifunk entramos al Shell del router por medio del comando “ssh”, para establecer una conexión bajo el protocolo ssh con el router. Este debe respondernos con la pregunta del usuario que utilizaremos para entrar

```
ssh root@192.168.1.1
```

- Otra opción puede ser el cliente ssh llamado PuTTY, el cual permite establecer una conexión ssh al router de igual forma



**Figura IV.10: Pantalla De PuTTY, Recibiendo El Nombre De Usuario Para Iniciar Sesión**

- Después de responder la pregunta con el nombre de usuario ‘root’ (único usuario configurado), solicita la contraseña. Una vez escrita, nos mostrará un mensaje de bienvenida, indicando que ya podemos insertar comandos y “movernos” dentro de los directorios del firmware del router inalámbrico. Esta es una señal de que el firmware fue instalado exitosamente

```

BusyBox v1.01 (2008.11.10-07:04+0000) Built-in shell (ash)
Enter 'help' for a list of built-in commands.

_____.-----,-----,-----.) ) ) ).-----.) )
( - ) ) _ ) - _ ) ) ) ) ) _ ) _ )
(_____) ) _ ) _ ) _ ) _ ) _ ) _ ) _ ) _ )
      ) _ ) F R E I F U N K   F I R M W A R E

root@FFUNK04:~#

```

Figura IV.11: Mensaje De Bienvenida A La Sesión. Freifunk se instaló exitosamente.

- Al ver la imagen anterior estamos dentro del Shell del router y procedemos a ejecutar el siguiente comando **ipkg update** que nos ayuda a actualizar el listado de paquetes de software adicionales que podemos instalar en el firmware, aumentando la funcionalidad que se puede aprovechar. Una vez actualizado el sistema del router, entonces procedemos a ejecutar el siguiente comando: **ipkg install busybox-telnet, el cual instalará el paquete busybox-telnet, el cual** nos ayudará más adelante para obtener la información del estado los nodos en la red mesh
- Procedemos a ejecutar el siguiente comando: **ipkg install freifunk-recommended-es; funcionará** para obtener información de la red mesh como la topología, la calidad de los enlaces entre los nodos, además de una interfaz web para administrar el nodo de manera gráfica

## SEGUNDO PASO: CONFIGURAR CONECTIVIDAD OLSR EN CADA ROUTER INALÁMBRICO

Los routers o enrutadores son los que conforman la red mesh gracias al protocolo OLSR dentro de la red, existe un nodo que es el Gateway que tiene comunicación con otras redes como el Internet y los otros nodos internos de la red mesh tienen comunicación con él.

Para configurar el nodo que será el Gateway por medio de un navegador, ingresamos al router por medio de su interfaz web con esta dirección que tienen por defecto “192.168.1.1” y esta es la pantalla que podemos observar.

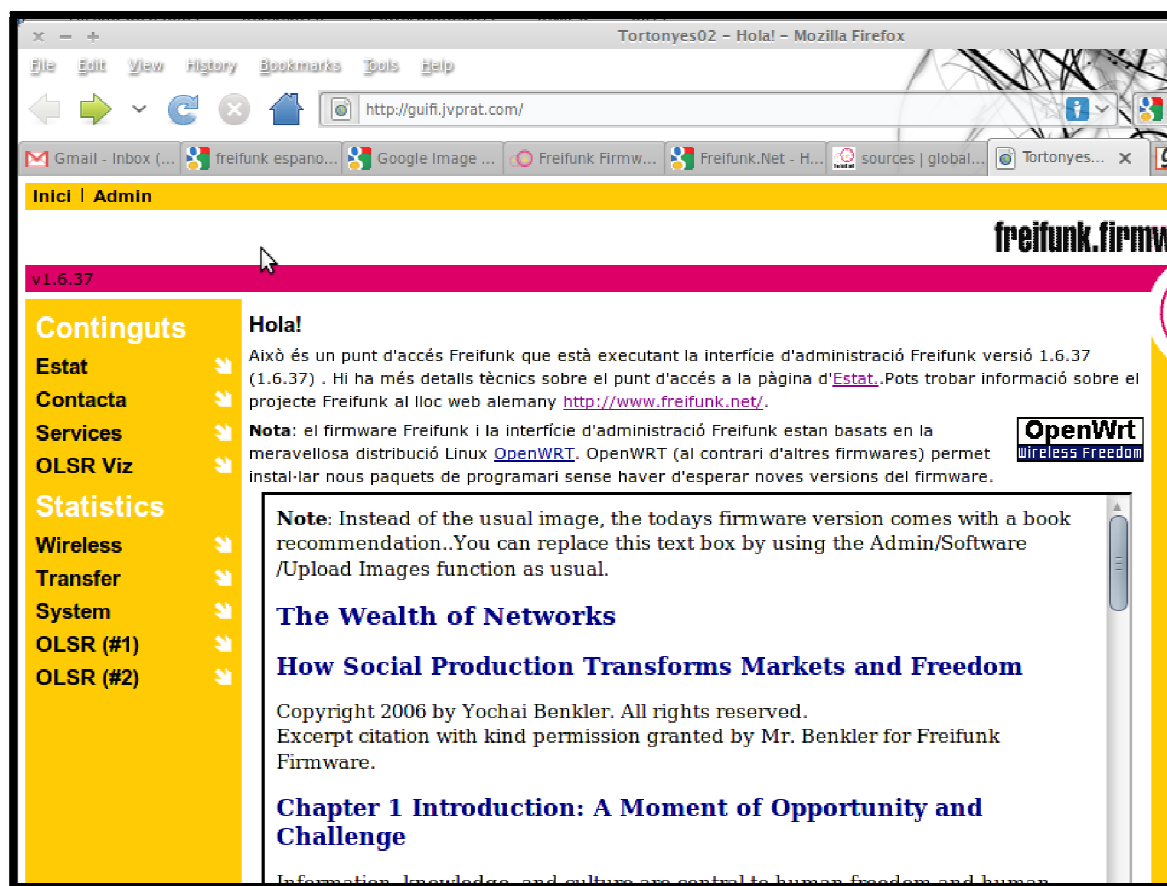


Figura IV.12: Pantalla De Bienvenida A Interfaz Web de Freifunk

En la esquina superior izquierda podemos ver un enlace llamado Admin o Administración (todo depende del idioma por defecto instalado). Lo seleccionamos, escribimos las credenciales de administrador y luego podemos hacer las configuraciones pertinentes al nodo.

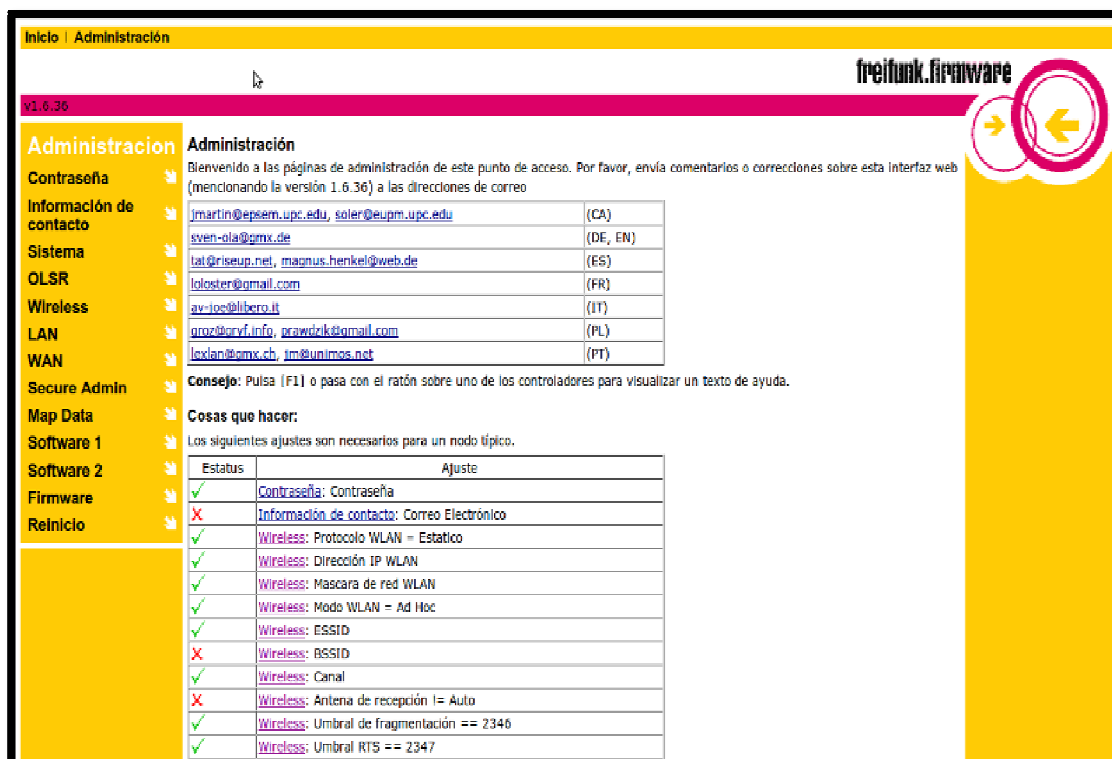


Figura IV.13: Sección "Administración" Del Firmware

Aquí podemos ver los enlaces donde se puede configurar el router para poder implementar la red mesh. Debemos tener en cuenta que la configuración del que será Gateway tendrá parámetros diferentes a los demás nodos que existan dentro la red mesh. Detallaremos los pasos que se deben tener en cuenta para configurar el Gateway de la red mesh y también los nodos comunes debido a que la configuración es diferente en ciertos parámetros. Además de la configuración de los Access Point para proteger cada subred que se derive de la red mesh. Procedimos a configurar el Gateway de la red, el cual es el encargado de comunicar la red mesh con la salida a Internet.

## CONFIGURACIÓN DEL GATEWAY

Dentro del menú de administración observamos el enlace llamado “Sistema” lo seleccionamos y le agregamos el nombre que tendrá el Gateway dentro de la red.

Inicio | Administración

freifunk.firmware

V1.6.36

**Administración**

Contraseña

Información de contacto

Sistema

OLSR

Wireless

LAN

WAN

Secure Admin

Map Data

Software 1

Software 2

Firmware

Reinicio

**Administración: Sistema**

Nombre del Host: FFUNK01

Posición GPS:  Map

Nombre del Dominio:

Servidor DNS:

Iniciar Servidor DNS/DHCP: ☒ Habilitar ☐ Deshabilitar

Utiliza mini\_fo: ☒ Habilitar ☐ Deshabilitar

IPK Source:

Mensajes de arranque de la red: ☒ Habilitar ☐ Deshabilitar

Zona horaria:

País: EC - ECUADOR

Aplicar Cancelar

**Consejo:** Para asegurar un acceso sencillo a la red, tendrás que introducir el **Nombre del Host** (un solo nombre sin puntos) y el **Nombre del Dominio** interno (nombres múltiples separados por puntos). Ejemplo: Si pones como **Nombre del Host** "mywr" y como **Nombre del Dominio** "mynet.freifunk.net", podrás acceder a las páginas de este dispositivo con <http://mywr.mynet.freifunk.net/> o también con <http://mywr/>.

Modificado: 30.11.2008

Inicio de página

Figura IV.14: Se Coloca Un Nombre Identificador Único A Cada Nodo, Para Poder Ser Diferenciados En Los Analisis Del Comportamiento De La Red

Como se observa en la imagen agregamos el nombre “FFUNK01” para saber que el Gateway es el primer nodo de la red mesh. Esto es una convención propia de la investigación, ya que este nodo va a ser quien permita que la red mesh tenga salida ya sea a otras redes locales, o a Internet. Después de agregar el nombre, aplicamos los cambios y reiniciamos el router para que se guarde la configuración aplicada. Se recomienda un orden numérico en los nodos dentro de la red para conocer qué router no está funcionando dentro de la red y así poder darle su debida atención y no tener que adivinar que nodo no está funcionando.

Ahora que el router tiene un identificador único, seleccionamos el enlace llamado “OLSR” y agregamos los siguientes parámetros:

Administración: OLSR	
Filtro OLSR:	<input type="text"/>
Redirección DMZ:	<input type="text"/>
Servicios OLSR:	<input type="text"/>
OLSR DHCP:	<input type="text"/>
Use HNA4 for Clients:	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar
HNA4:	0.0.0.0/0
Broadcast IP4:	192.168.20.255
Velocidad OLSR:	<input type="text"/>
Predisposición:	<input type="text"/>
Protocolo QOS (ETX):	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar
Filtro OLSR:	<input type="text"/>
Histéresis:	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar
Frecuencia de Histéresis:	<input type="text"/>
Umbral Superior:	<input type="text"/>
Umbral Inferior:	<input type="text"/>
Policy Routing:	<input type="radio"/> Habilitar <input checked="" type="radio"/> Deshabilitar
PING Addresses:	<input type="text"/>
Servidor de Nombres(DNS):	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar
Arp Refresh:	<input checked="" type="radio"/> Habilitar <input type="radio"/> Deshabilitar

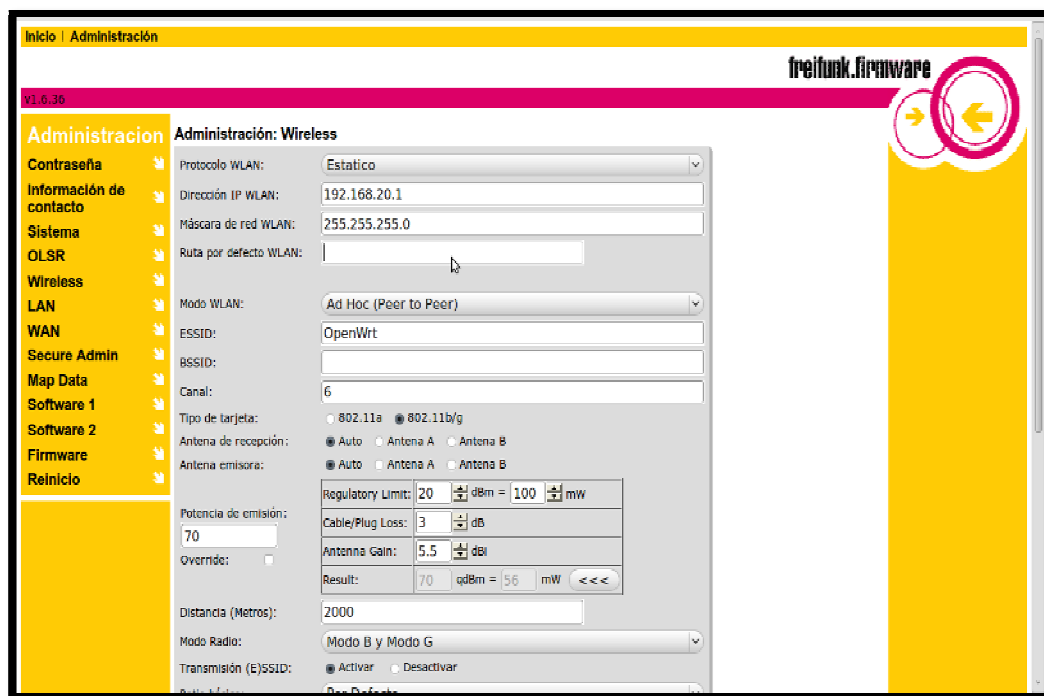
**Figura IV.15: La Sección "Administración OLSR", Contiene Los Parámetros De Comunicación Del Protocolo Mesh**

### CONFIGURACIÓN OLSR:

HNA4:	0.0.0.0/0
Broadcast IP4:	192.168.20.255

Se debe tener en cuenta que estos datos sólo aplican para el Gateway. De poner estos datos en todos los nodos causaría confusión en la red mesh.

Ya configurada la sección del OLSR procedemos a seleccionar el enlace llamado “Wireless”, entonces ingresamos los siguientes datos en sus respectivos campos como se muestra en la siguiente imagen.



**Figura IV.16: Sección "Wireless": Parámetros De Conectividad WLAN Para El Dispositivo**

## CONFIGURACIÓN WIRELESS:

Protocolo WLAN:	Estático
Dirección IP WLAN:	192.168.20.10
Mascara de Red WLAN:	255.255.255.0
Modo WLAN:	Ad Hoc (Peer to Peer)
SSID:	OpenWrt
Canal:	6



Nos dirigimos al enlace llamado “LAN” para agregarle los parámetros que se muestran en la siguiente imagen; ésta configuración es para la subred que manejará el nodo Gateway.

**Figura IV.17: Enlace "LAN": Contiene Parámetros Para Subred LAN Privada Del Router**

## CONFIGURACIÓN LAN:

Protocolo LAN:	Estático
Dirección IP LAN:	192.168.1.1
Mascara de red LAN:	255.255.255.0
IP inicial DHCP:	192.168.1.100

## CONFIGURACIÓN DE UN NODO COMÚN

Los pasos que se presentan a continuación muestran como se deben configurar los router que no hacen el papel de Gateway dentro de la red mesh implementada. Los parámetros de conectividad deben ser iguales en todos los nodos comunes que lleguen a ser parte de la nube mesh.

freifunk.firmware

Inicio | Administración

v1.0.36

**Administración**

Administración: Sistema

Nombre del Host: FFUNK03

Posición GPS:  Map

Nombre del Dominio:

Servidor DNS:

Iniciar Servidor DNS/DHCP: ☒ Habilitar ☐ Deshabilitar

Utiliza mini\_fo: ☒ Habilitar ☐ Deshabilitar

IPK Source:

Mensajes de arranque de la red: ☒ Habilitar ☐ Deshabilitar

Zona horaria:

País: AU - AUSTRALIA

Aplicar Cancelar

**Consejo:** Para asegurar un acceso sencillo a la red, tendrás que introducir el **Nombre del Host** (un solo nombre sin puntos) y el **Nombre del Dominio** interno (nombres múltiples separados por puntos). Ejemplo: Si pones como **Nombre del Host** "mywr" y como **Nombre del Dominio** "mynet.freifunk.net", podrás acceder a las páginas de este dispositivo con <http://mywr.mynet.freifunk.net/> o también con <http://mywr/>.

Modificado: 30.11.2008 Inicio de pagina

**Figura IV.18: La Asignación De Identificador Único Al Nodo Es Una Buena Práctica De Administración. No Influye En Los Niveles De Conectividad Del Dispositivo**

El nombre asignado a este nodo fue "FFUNK03" pero queda a criterio de la persona que nombre desee asignarle; es recomendable darle además del nombre, un número de secuencia para saber qué nodo es el que estamos trabajando. Debemos recordar que asignar un nombre y una secuencia numérica a cada nodo es una buena práctica solamente, no un parámetro necesario para establecer conectividad; pero en nuestro caso resulto de mucha ayuda. Ya que nosotros utilizamos 4 routers para tener una red mesh para realizar pruebas. Después que el nodo tiene su respectivo nombre procedemos a configurar la sección del OLSR seleccionando el enlace con el mismo nombre del protocolo.

#### CONFIGURACIÓN OLSR:

HNA4:	192.168.20.1
Broadcast IPv4:	192.168.20.255

El HNA4 de los nodos comunes es la dirección IP del Gateway por el que todos los nodos de la red deben comunicarse para tener salida a otras redes privadas o Internet. Ya configurado el OLSR, se procede a configurar la sección Wireless con los datos presentados en la siguiente imagen.

#### CONFIGURACIÓN WIRELESS:

Protocolo WLAN:	Estático
Dirección IP WLAN:	192.168.20.3
Mascara de red WLAN:	255.255.255.0
Ruta por defecto WLAN:	192.168.20.1
Modo WLAN:	Ad Hoc (Peer to Peer)
SSID:	OpenWrt
Canal :	6

En los nodos comunes se deben agregar más datos para que ellos tengan una comunicación con el Gateway de la red mesh. Los datos adicionales que se agregan al nodo son para que exista comunicación entre la subred del nodo y el Gateway entonces a través de él tener comunicación con otras redes exteriores. Además, debemos tener en cuenta que el nodo es el mediador entre el Gateway y la subred que tiene el nodo.

### CONFIGURACIÓN LAN:

Protocolo LAN:	Estático
Dirección IP LAN:	192.168.3.1
Mascara de la red LAN:	255.255.255.0
Ruta por defecto LAN:	0.0.0.0
Rutas estáticas:	192.168.20.1
IP inicial DHCP:	192.168.3.100

Una vez que se tienen los nodos, tanto Gateway como nodos comunes, configurados deben encenderse y esperar unos minutos para que entre ellos se identifiquen, actualicen sus tablas de rutas, y entonces queda la nube mesh en funcionamiento.

#### 4.1.3. SOFTWARE DE MONITOREO – WEB NODE SPY

Para garantizar el funcionamiento óptimo de la red anteriormente descrita, es necesario proveerla de un mecanismo, sistema o aplicación que permita como mínimo establecer qué nodos han perdido conectividad durante el tiempo en que la nube mesh está en actividad. Por tal motivo desarrollamos el software de monitoreo para gestión de la red mesh que hemos llamado *Web Node Spy*.

El propósito es diseñar una aplicación que muestre la conectividad de los nodos participantes en una nube mesh, bajo el protocolo OLSR. En esta sección se presentarán todos los pasos que cubrieron el desarrollo de esta aplicación de monitoreo, para una red mesh.

##### 4.1.3.1. OBJETIVO DEL APLICATIVO

El objetivo de este desarrollo es observar la consistencia de conectividad de los nodos mesh participantes de una red OLSR. Para esto, ideamos utilizar un servicio web 2.0 como plataforma base para el desarrollo del aplicativo.

##### 4.1.3.2. ANTECEDENTES

Una vez que la investigación nos dirigió a entender la necesidad de un mecanismo de monitoreo remoto para la nube mesh, encontramos que en Panamá no se había desarrollado con anterioridad algún aplicativo que ejerciera estas funciones requeridas, fuera de desarrollos particulares y/o códigos que generaban mapas y resultados poco amigables para el usuario final, y con un alta curva de aprendizaje para su implementación.

El hecho de que a nivel mundial las redes mesh gocen de cierto nivel de popularidad, no ha revertido en herramientas de administración y monitoreo con cierto nivel de amigabilidad para el usuario final administrador. Aunado a este hecho, la particularidad del protocolo OLSR en nuestra nube mesh hace que aplicaciones comerciales no sean aptas para monitorear la continuidad de las redes mesh que usan este protocolo.

#### 4.1.3.3. METODOLOGÍA

Como todo desarrollo de software, se debe utilizar una metodología de implementación. En nuestro caso se utilizará el modelo de desarrollo llamado “modelo de cascada”.

Los fundamentos de la metodología en esta aplicación es seguir de manera correcta todas las métricas establecidas en la ingeniería de software. Se establecerán módulos que serán la referencia de cómo va progresando el desarrollo de la aplicación deseada. Los procesos que se usarán para la aplicación son los establecidos en la ingeniería de software y también emplearemos el modelo cascada que es el más usado en la mayoría de procesos de desarrollo de software en la actualidad.

Se presentarán las diferentes secciones con sus respectivos contenidos los cuales describen la evolución de cómo se va desarrollando y explicando cómo es el software en todos los aspectos. Además, cada módulo dentro de este documento se basa en el análisis y diseños de sistemas que es usado cada vez que se quiera desarrollar un sistema para alguna necesidad. La principal razón de emplear la Ingeniería de Software en la creación e implementación de una aplicación es evitar el desarrollar algo que no cumpla con los requerimientos establecidos por el usuario y que al final sea una pérdida de tiempo y dinero, que es importante evitar.

## ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

En el constante monitoreo de los nodos o routers inalámbricos que posee una red mesh en muchos casos es difícil saber cuál de todos es el que presenta un problema debido que todos los nodos se encuentran distribuidos irregularmente en un territorio, y conocer cuál es el que no está funcionando es una tarea un poco exhaustiva debido a que el encargado de la red debe ir a los diferentes sectores donde se encuentran los nodos y eso toma un tiempo preciado.

Además, los usuarios finales, una vez que su servicio es interrumpido, desean que se restaure lo más pronto posible, por lo tanto la solución para este problema es crear una aplicación que muestre los nodos de red y sus respectivos estados para que el encargado de la red sepa qué router tiene problema y así ir a restablecer la conectividad perdida en ese sector.

La aplicación debe contar con módulos donde se administren los usuarios y otro donde se presente la información de los routers de la red inalámbrica.

De esta forma se establecen los requisitos del usuario:

### MÓDULO DE USUARIOS

- El sistema debe contar con un módulo de manejo de usuarios que contemple roles para tener acceso a los diferentes módulos que contiene la aplicación y así evitar malos manejos dentro del sistema. En esta sección se debe ingresar, actualizar y eliminar usuarios como medida de posibles cambios en el personal que tenga acceso al sistema.

### MÓDULO DE INFORMACIÓN DE NODOS

El usuario necesita ver información de los nodos de la red inalámbrica mesh establecida con el fin de saber cuáles son los estados y mensajes que contiene cada nodo dentro de la red. En este módulo se presenta un mapa geográfico brindado por Google Maps que tiene las coordenadas del lugar donde se encuentra la red establecida.

## ESPECIFICACIÓN

El sistema se desarrollará en un entorno Web, así será una aplicación multiplataforma. La forma de acceder al sistema es por medio de un nombre de usuario y una clave para poder entrar al sistema y poder utilizar el sistema. Dentro del sistema existen dos secciones los cuales son:

### MÓDULO DE INFORMACIÓN DE NODOS

- Los datos o la información que muestra el sistema se desplegará en un mapa geográfico que será presentado por el software.
- Cada 30 segundos se irá actualizando la información de los nodos en la red donde está vigente el servicio de telefonía sobre IP.
- El administrador de red es la única persona que tiene acceso a todos los módulos del sistema. También, tendrá el constante monitoreo de los nodos para prevenir o conocer la caída de los nodos que conforman la red mesh inalámbrica.
- El sistema presentará la comunicación que existe entre los diferentes nodos de la red.

### MÓDULO DE USUARIOS

Los usuarios serán gestionados en este módulo en el cual se ingresan, se actualizan, se eliminan, y además se asignan los roles que tiene cada usuario dentro del sistema; con esto se puede tener control de quienes tienen acceso a los módulos que presenta el sistema y poder llevar el control de quienes son responsables de cada sección dentro de la aplicación.



## ARQUITECTURA

El sistema trabaja con la arquitectura cliente-servidor que es la más común en lo que respecta a las aplicaciones Web de la actualidad. Este módulo presentará cómo es la estructura, los modelos y diagramas del sistema que se desea implementar para que cumpla con los requisitos presentados por el usuario y así resolver la problemática que se tiene con el mantenimiento de la red mesh inalámbrica.

## ESPECIFICACIÓN DEL SISTEMA

El sistema es una aplicación Web que utiliza sistemas de información geográfica, además presenta los datos que contiene cada nodo de la red por medio del protocolo proactivo OLSR que mantiene a los nodos permanentemente comunicados con mensajes de control. Cada intervalo de segundos, el sistema presentará los mensajes de cada nodo que se encuentre en la red.

Por otro lado contiene un módulo de gestión de usuarios donde se asignan roles y crean, actualizan y eliminan usuarios para tener el control de los usuarios y evitar el mal uso del sistema.

El diseño arquitectónico presenta cómo opera cada módulo dentro de la aplicación de una manera más detallada, en comparación con las secciones anteriores, donde se presentan de una forma más general. El sistema consta de dos (2) módulos los cuales tienen 3 sub-módulos cada uno y que interactúan entre ellos para el completo funcionamiento de la aplicación.

### 1. MÓDULO DE INFORMACIÓN DE NODOS

- Recopilación de información: Es el encargado de obtener la información de los nodos en la red por medio del protocolo OLSR que es el que tiene los mensajes que se envían los routers en la red mesh y genera un archivo de texto para el siguiente módulo.
- Lectura de información: Se dedica a leer cada cierto tiempo la información brindada por el modulo de recopilación y la procesa para llevarlo al servidor Web donde se enviarán los datos leídos del último módulo del sistema.
- Presentación de información: La función de este módulo es presentar en un mapa geográfico del lugar dónde está la red mesh, los datos de los routers en la red para el constante monitoreo y evitar la caída del servicio de telefonía sobre IP en un determinado lugar.

### 2. MÓDULO DE USUARIOS

- Ingreso De Usuarios: La operación que se ejecuta comprende el ingreso de la información de los usuarios que tienen acceso al sistema además de asignar los roles establecidos para controlar el uso de la aplicación.
- Actualización De Usuarios: Los administradores tienen la posibilidad de actualizar ciertos datos como la clave de acceso y los roles con la finalidad de mantener los datos de los usuarios actualizados.
- Eliminación De Usuarios: Los administradores del sistema podrán eliminar a cualquier usuario del sistema de ser necesario.

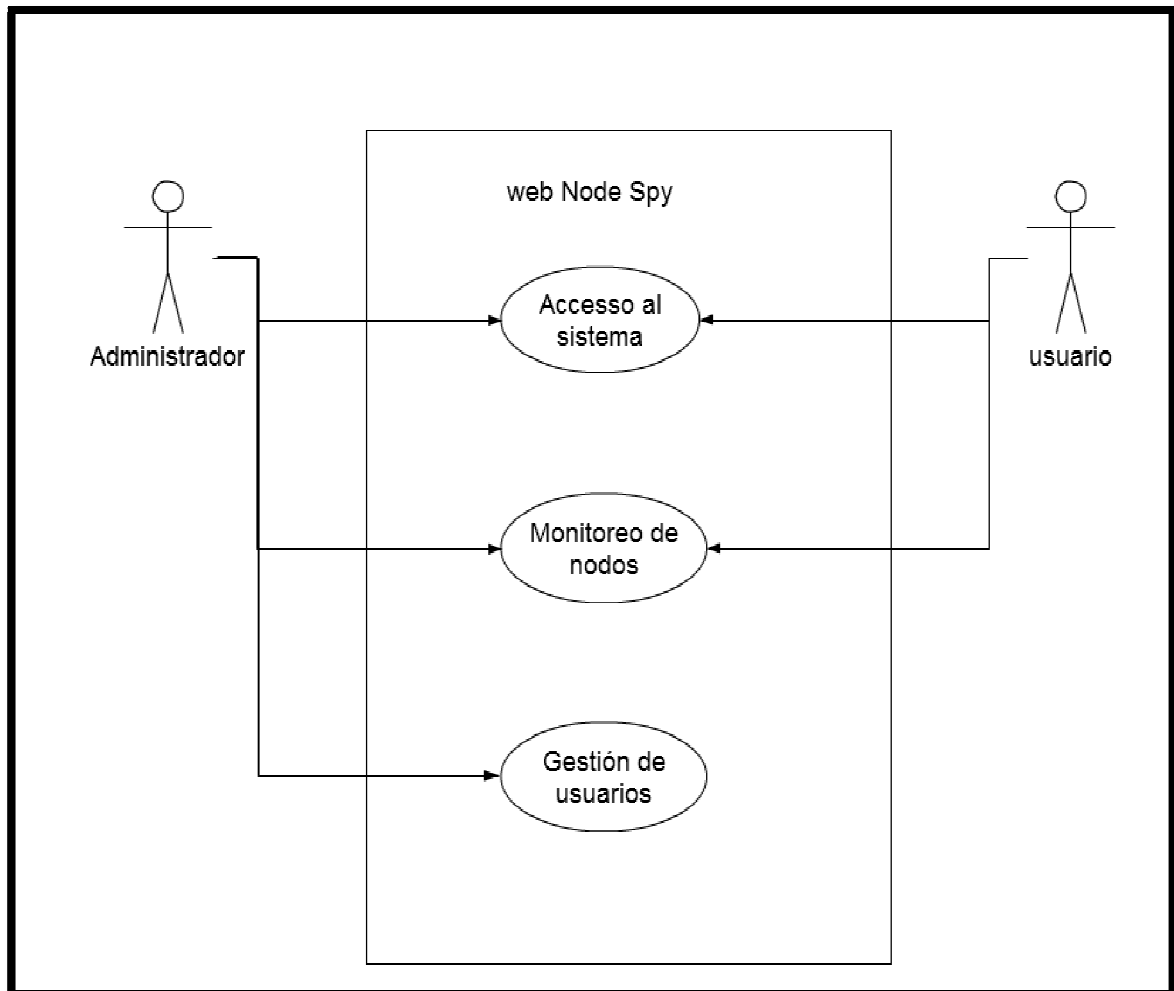
## DIAGRAMAS

En esta sección se presentarán los diagramas que plasman como opera el sistema con el fin de que la documentación del software sea la más clara posible ya que si en el futuro se desea realizar alguna mejora a la aplicación, ya existe una guía más completa de cómo funciona el sistema.

Los diagramas a continuación, fueron desarrollados bajo los conceptos del Lenguaje de Modelado Unificado (UML por sus siglas en ingles). Son los siguientes:

- Diagrama De Casos De Uso
- Diagrama De Secuencia
- Diagrama De Actividades
- Diagrama De Estados

## DIAGRAMA DE CASOS DE USO



**Figura IV.19: Web Node Spy - Diagrama De Caso De Uso**

## DIAGRAMA DE SECUENCIA

### A) LOGIN DE USUARIOS

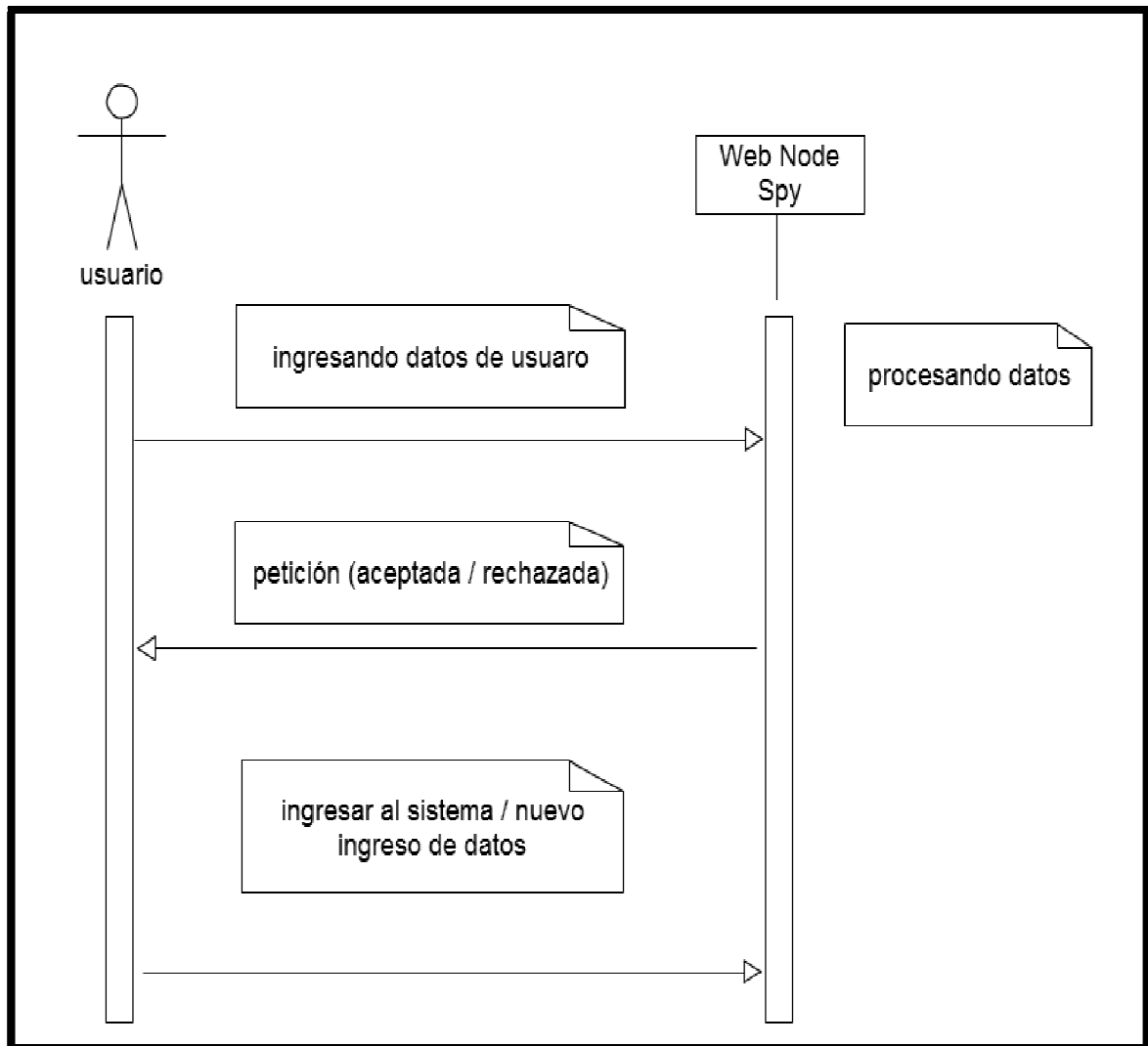


Figura IV.20: Web Node Spy - Login De Usuario

## B) MODULO DE MONITOREO

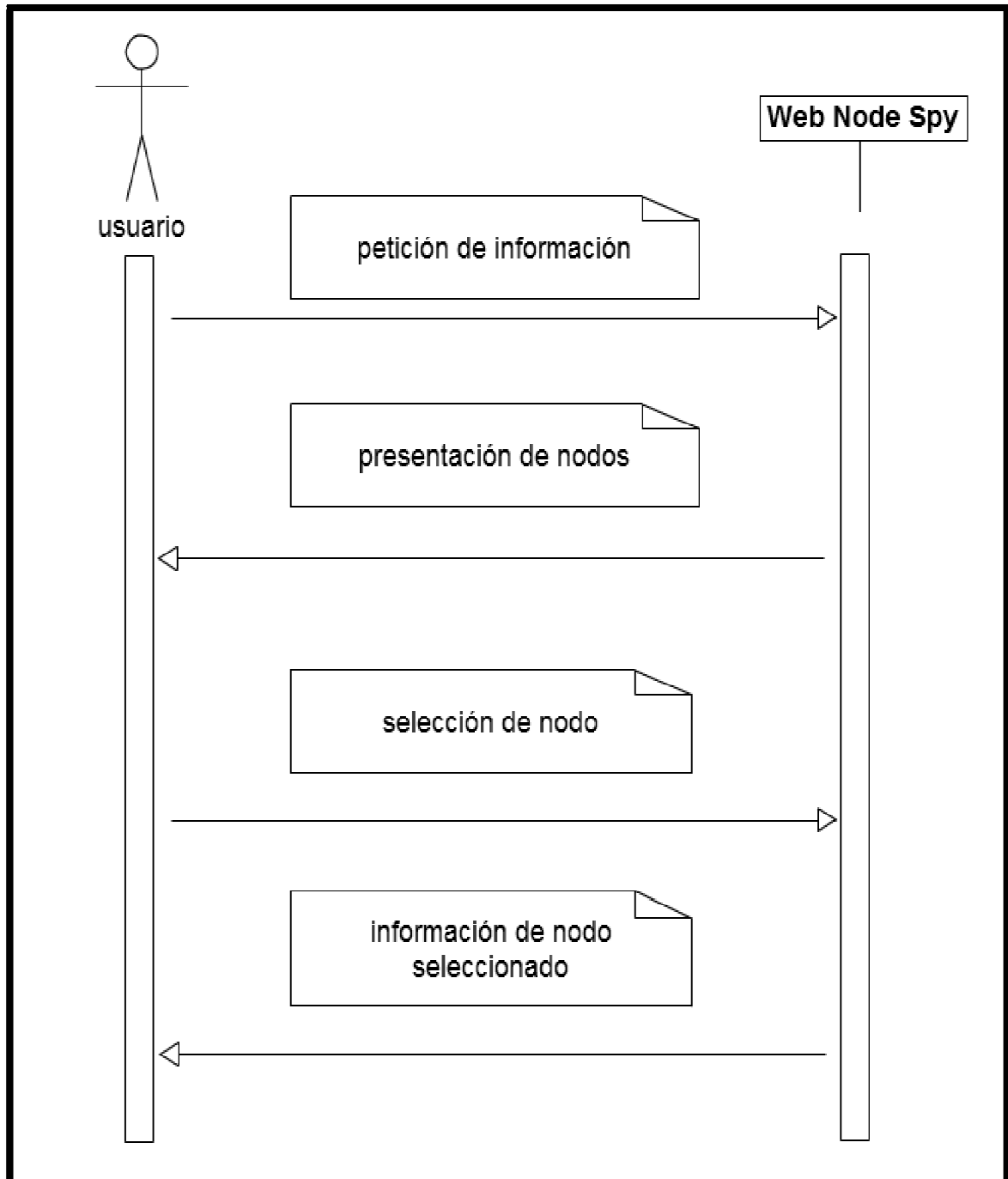


Figura IV.21: Web Node Spy - Modulo De Monitoreo

### 3. MODULO DE USUARIOS

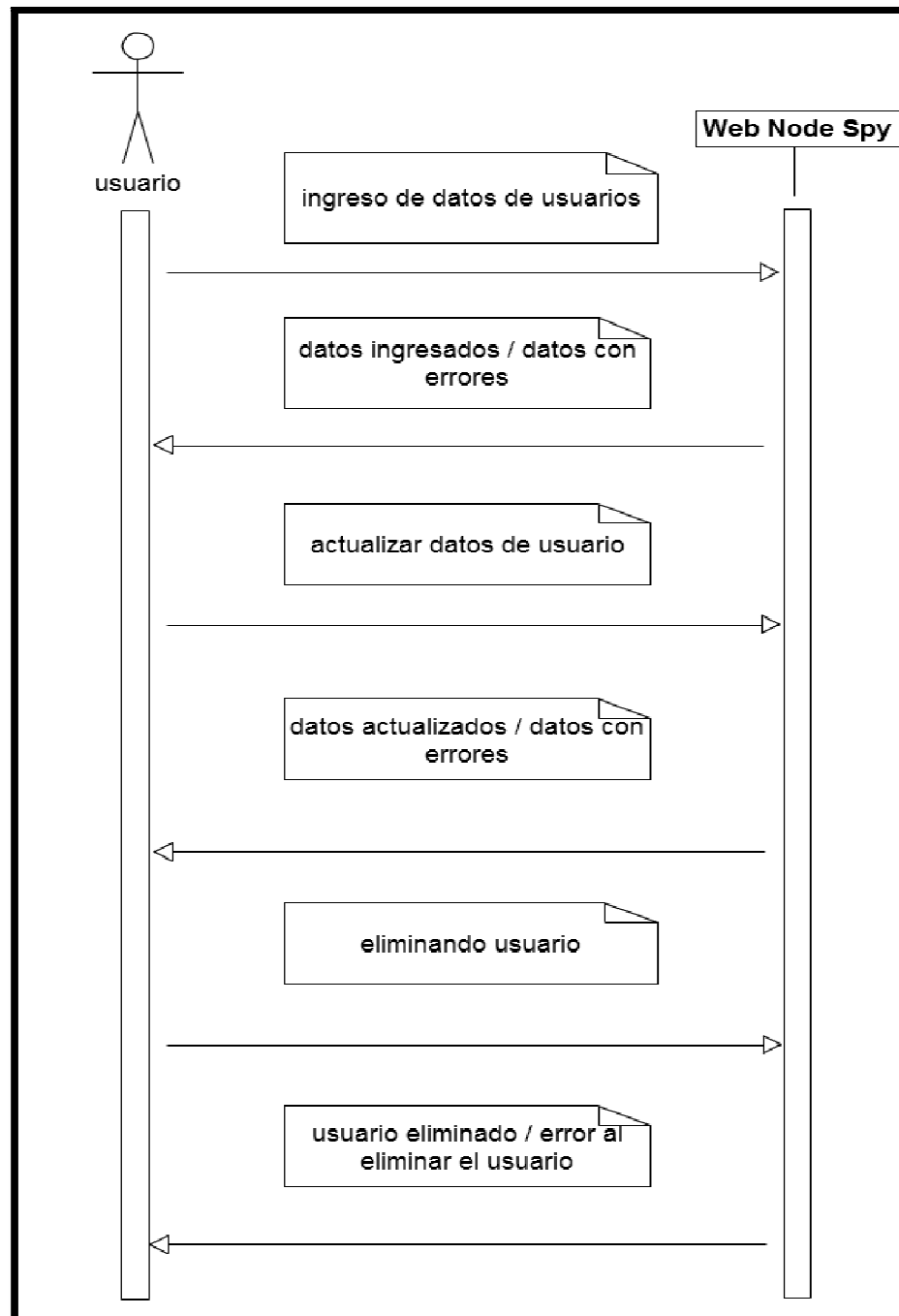


Figura IV.22: Web Node Spy - Modulo De Usuarios

## DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

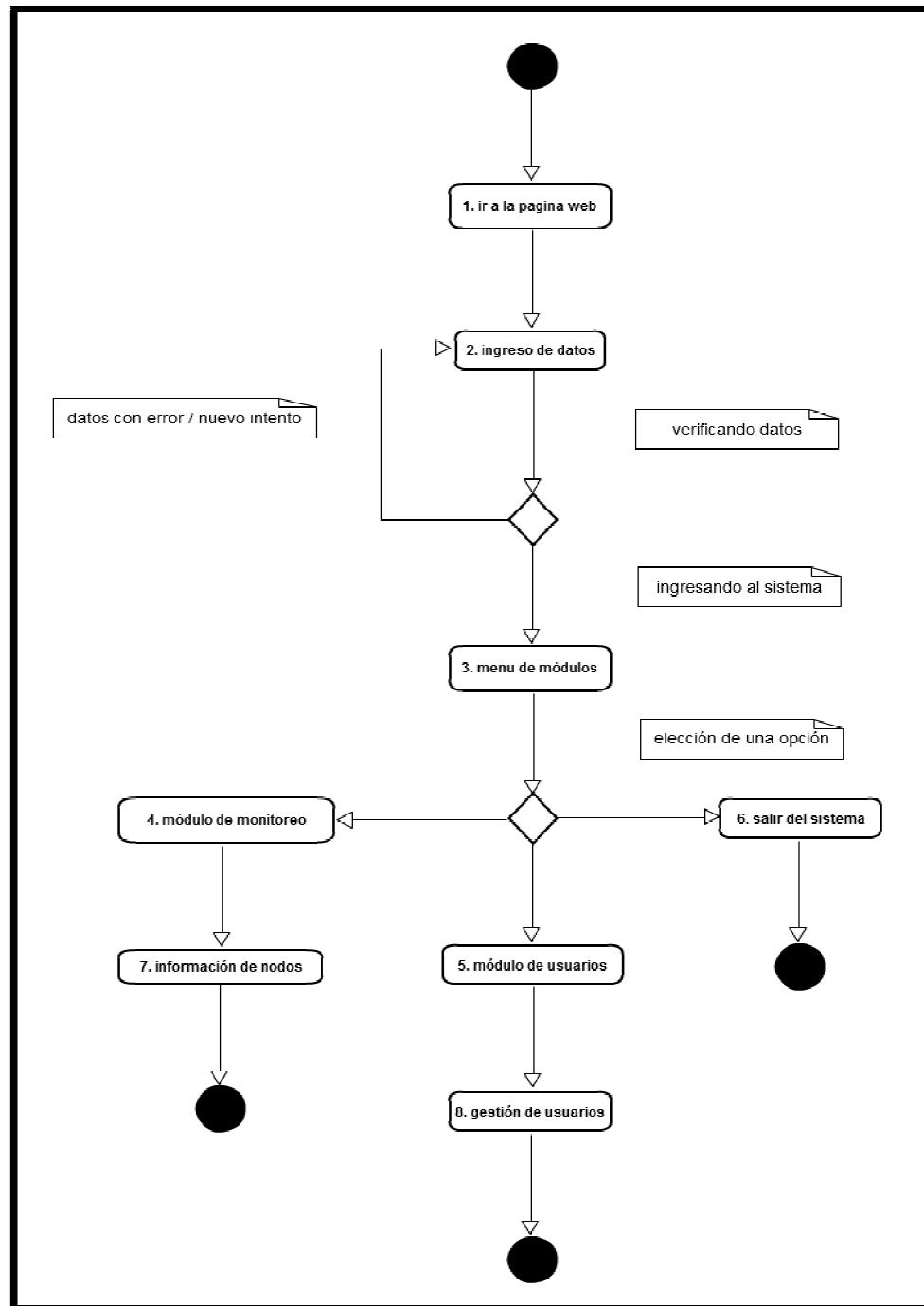


Figura IV.23: Web Node Spy - Diagrama De Actividades



## DIAGRAMA DE ESTADO

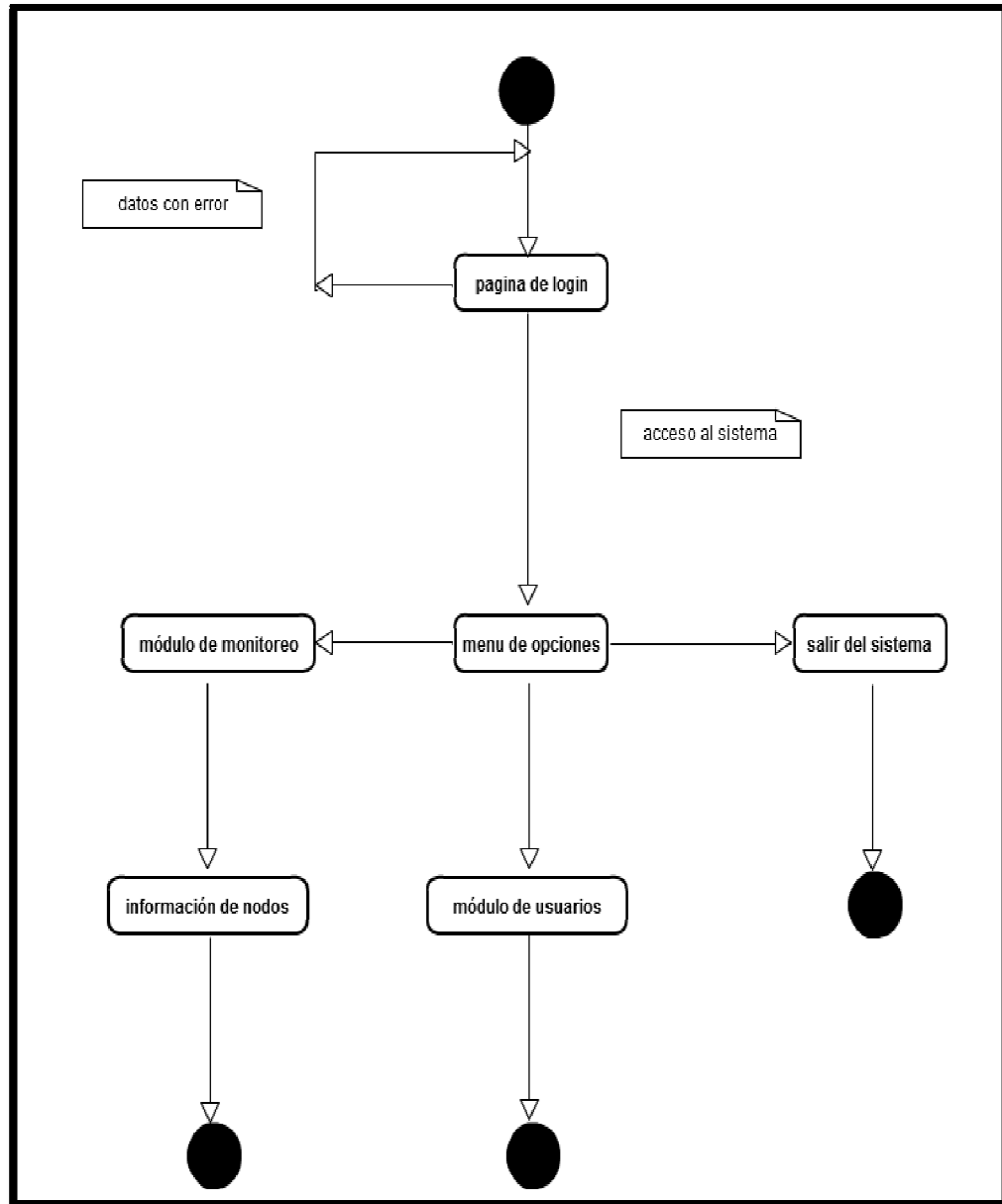


Figura IV.24: Web Node Spy - Diagrama De Estados

## PROGRAMACIÓN

En este módulo se puede observar el código fuente de la aplicación como parte de la documentación fundamental que debe tener todo software. En esta sección se encuentra principalmente lo que son los cimientos de aplicación. La aplicación está conformada por los siguientes lenguajes de programación

- PHP
- JavaScript
- Unix bash Scripting

Estos lenguajes interactúan entre ellos para que la aplicación cumpla con las exigencias del usuario. Los códigos que se presentarán en esta sección son los que ejecutan la parte más importante del sistema, mejor dicho, son la razón de ser del sistema de monitoreo.

El primero código que se presenta es aquel que desde el servidor se ejecuta, en el Shell del Linux Ubuntu, y procede a realizar el acceso (login) automático al router por medio del comando “ssh” para la seguridad de los datos de acceso. Una vez dentro del router, se ejecuta el comando “telnet” con los parámetros “127.0.0.1 2006 > info\_nodo.txt”. Para que se ejecute esta línea de comando, el usuario tiene que presionar dos veces la tecla de “Enter”, de lo contrario no podrá acceder a la información que deseamos tener.

La pregunta que nos planteamos fue sobre cómo se podía hacer para que no hubiera intervención de personas en un proceso automático de un sistema. Gracias al comando “expect”, se puede realizar la ejecución del comando telnet de forma automática y, además, podemos obtener al archivo deseado.

El código del archivo se puede observar en el siguiente cuadro.

```
#!/usr/bin/expect -f

# ejecuta el comando ssh para ejecutar el login al
router

spawn ssh root@192.168.5.1

# inicializa la variable pass
set pass "admin"

# si observa la cadena "password"
expect "password"

# envia la variable $pass
send "$pass\n"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta el comando telnet y redirecciona el
resultado a un archivo llamado info_nodo.txt
send "telnet 127.0.0.1 2006 > info_nodo.txt"

# ejecuta un salto de línea y retorno
send "\n\r"

# ejecuta un salto de línea y retorno
send "\n\r"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta un salto de línea y retorno
send "\n\r"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta el logout del router
send "exit\n\r"

# ejecución de los comandos
interact
```

## IMPLEMENTACIÓN

Realizada la creación del archivo que contiene la información de los nodos, creamos otro Shell Script para que realizara la copia del archivo generado por el Shell script anterior. Pero no sería una copia de archivo normal, sería una copia segura con el comando “scp”, el cual nos ayuda a extraer el archivo del router. Este Shell script no tiene la necesidad de hacer un Login automático gracias a que el comando “scp” puede realizar la transferencia de archivos entre equipos. En nuestro caso, sería entre el servidor y el router. El siguiente código muestra como se ejecuta la copia segura del archivo donde se encuentra el mismo hasta la carpeta donde será utilizado por la aplicación.

```
#!/usr/bin/expect -f

# ejecución del comando de copiar el archivo de forma
segura

spawn      scp      root@192.168.5.1:info_nodo.txt
/var/www/web_node_spy_codigo/network/

# inicializar la variable pass
set pass "admin"

# al ver la cadena "password"
expect "password"

# envia el valor de la variable $pass
send "$pass\n"

# si observa la cadena "Please type 'yes' or 'no':"
expect "Please type 'yes' or 'no':"

# envia la cadena "yes\r"
send "yes\r"

# si observa la cadena "Please type 'yes' or 'no':"
expect "Please type 'yes' or 'no':"

# envia la cadena "yes\r"
send "yes\r"

# ejecuta los comandos

interact
```

Después de realizar la copia segura del archivo, no se puede dejar al router con archivos que no son utilizados por éste.

Entonces creamos otro Shell script para realizar el trabajo de eliminación de el archivo copiado. Este Shell script realiza un Login automático y una vez dentro procede a eliminar el archivo que contiene la información de los nodos.

El siguiente código muestra cómo se realiza la acción de eliminar el archivo deseado.

```
#!/usr/bin/expect -f

# ejecuta el comando ssh para ejecutar el login al
router

spawn ssh root@192.168.5.1

# inicializa la variable pass
set pass "admin"

# si observa la cadena "password"
expect "password"

# envía la variable $pass
send "$pass\n"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta el comando rm para eliminar el archivo
info_nodo.txt

send "rm info_nodo.txt"

# ejecuta un salto de línea y retorno
send "\n\r"

# ejecuta un salto de línea y retorno
expect "mrt>"

# ejecuta el logout del router
send "exit\n\r"

# ejecución de los comandos
interact
```

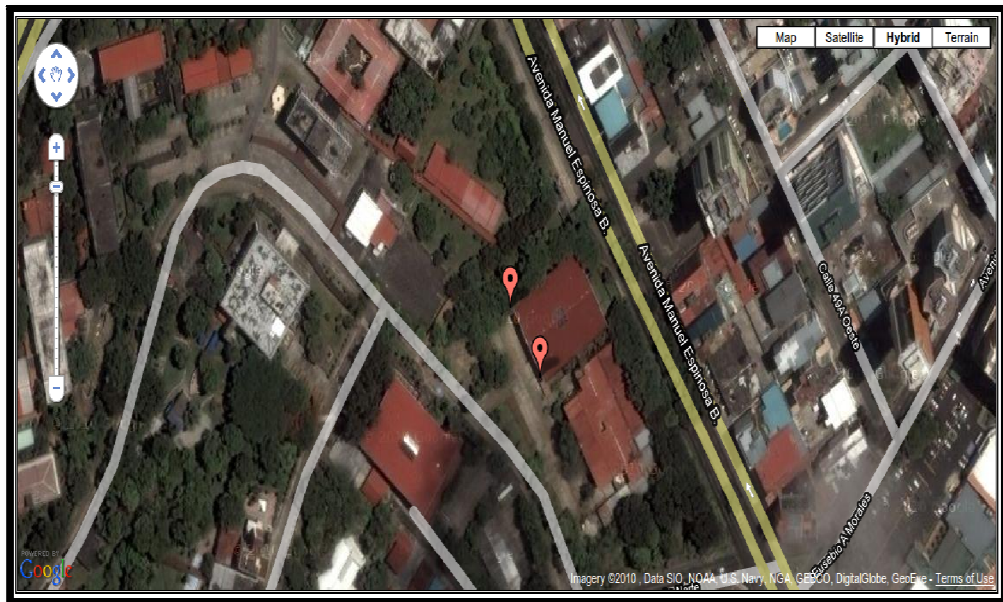
## IMPLEMENTACIÓN

La implementación del sistema se lleva a cabo en un entorno donde existe una red mesh, además la aplicación tiene que estar ligada a un router dentro de la red para obtener la información de los nodos o routers de la red. La finalidad del sistema es llevar a cabo un constante monitoreo de la red y no tener la necesidad de ingresar a uno de los routers, como administrador, para obtener información de la red. En esta sección se presentará cómo opera el sistema de monitoreo de nodos por medio de imágenes que indican cómo se ven los nodos dentro de un mapa de la localidad en donde se encuentra la red mesh.

### MODO DE OPERACIÓN DEL MONITOREO DE NODOS

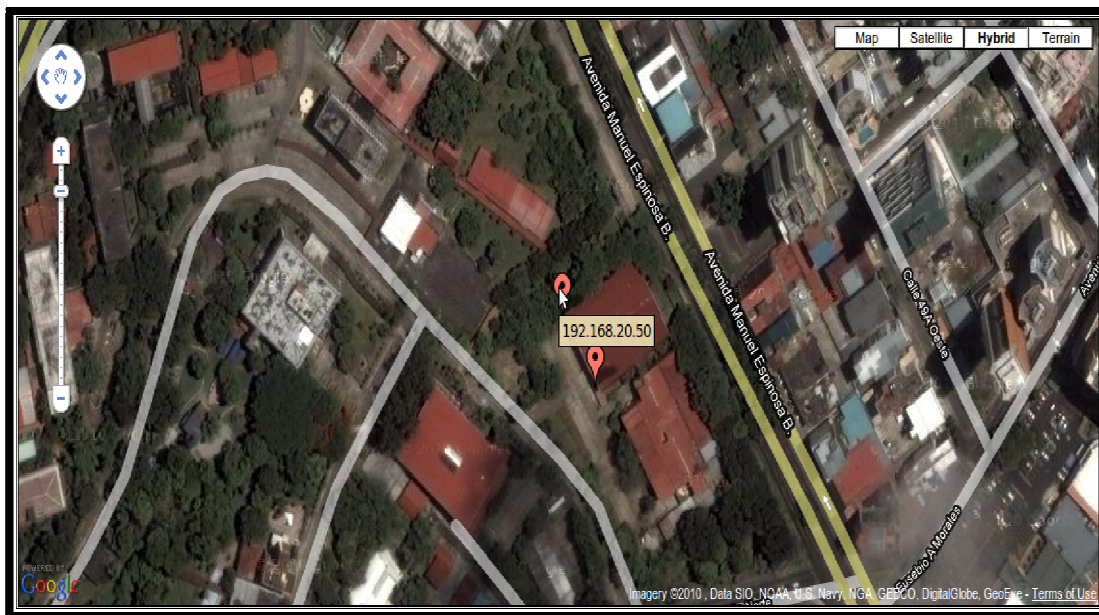
Las imágenes presentarán cómo está distribuida la red y cómo se obtiene la información de los nodos en tiempo real.

La primera imagen muestra cómo se presentan los nodos en el mapa.

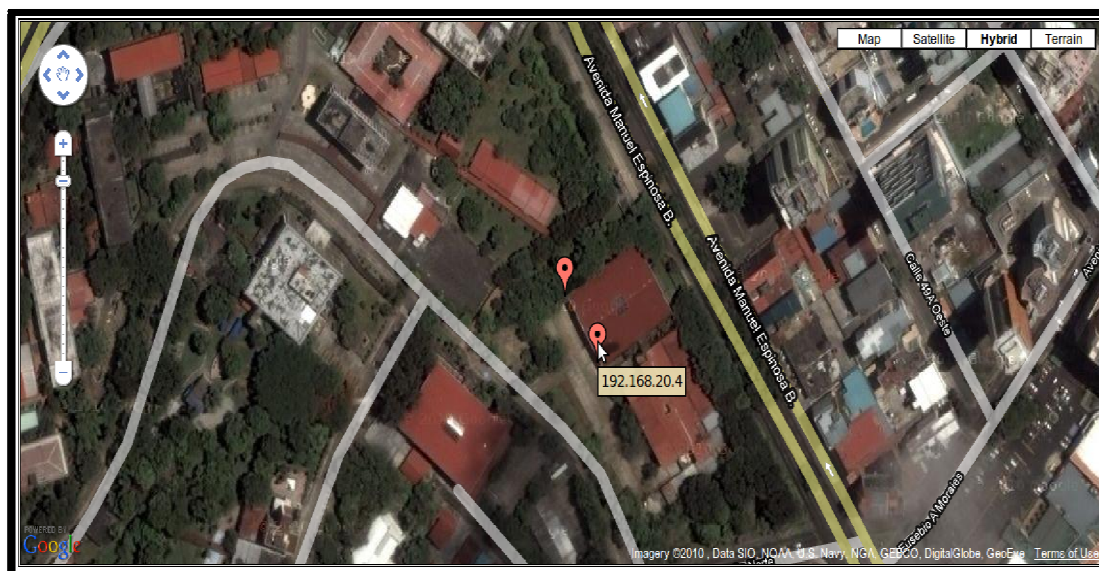


**Figura IV.25: Web Node Spy - Nodos Mostrados En Google Maps**

Las dos imágenes siguientes presentan que cuando se pone el Mouse sobre un globo se presenta la dirección IP del nodo.



**Figura IV.26: Web Node Spy - El Rollover Muestra La Direccion IP Del Nodo Mesh**



**Figura IV.27: Web Node Spy - Se Confirma Que Google Maps Esta Recibiendo La Direccion IP De Ambos Nodos Mesh, Y La Despliega**



Las dos imágenes siguientes muestran lo que sucede cuando se hace clic sobre el globo que representa un nodo o router. Cuando el usuario hace clic sobre el globo se presenta la información de los nodos vecinos.

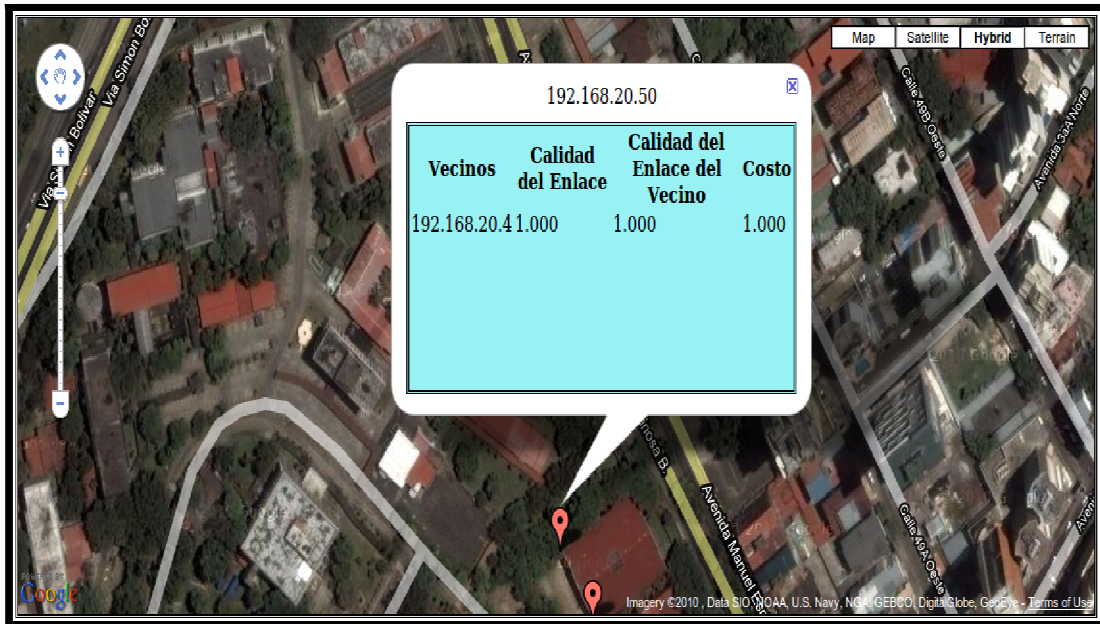


Figura IV.28: Web Node Spy - Información De Tabla De Ruta Para El Nodo Mesh 192.168.20.50



Figura IV.29: Web Node Spy - Información De Tabla De Ruta Para Nodo Mesh 192.168.20.4

## 4.2. DISEÑO/IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA VOZ SOBRE IP (VOIP)

### 4.2.1. INTRODUCCIÓN

Asterisk es un software PBX, que a través de “commodity hardware” (computadoras de uso no-industrial; ordenadores personales) permite ofrecer tantas o más funcionalidades que una central telefónica basada en código privativo. Debido a la gran multitud de funcionalidades, era necesario encontrar una versión de Asterisk pre-configurada, para enfocar el esfuerzo sólo en las configuraciones que eran requeridas para el proyecto. La decisión fue utilizar la distribución Linux Elastix. Elastix es un sistema operativo basado en CentOS Linux, que instala y pre-configura una serie de servicios de comunicaciones en red (entre estos, FreePBX –una implementación de Asterisk), para reducir el tiempo de implementación e ir directamente a la configuración de los usuarios del sistema (generalmente, es el último paso antes de iniciar operaciones)[13].

El manual de referencia[13], permite una instalación de Elastix con un bajo nivel de complejidad técnica. La instalación del sistema operativo deja en el servidor los siguientes servicios de comunicaciones:

- FreePBX: implementación de Asterisk. Incluye un portal web para administración y configuración de la misma.
- OpenFire: Servidor de protocolo Jabber/XMPP para comunicaciones de mensajería instantánea
- HylaFAX: Servidor de manejo digital de Fax.
- RoundCube Webmail: Servidor de correo electrónico (utiliza Postfix, conocido manejador de correo en Unix).
- SugarCRM/vtigerCRM: Son dos (2) servidores de administración de clientes/contactos. Vienen desactivados por defecto.

### 4.2.2. PROCESO DE CONFIGURACIÓN

La configuración por defecto de FreePBX en Elastix, ya contenía parámetros para comunicación a través del protocolo SIP. Esto nos favoreció en gran medida para rápidamente levantar una estructura de prueba. Procedimos a configurar algunas extensiones telefónicas a través de la interfaz web. Luego utilizamos los softphone X-Lite y Zoiper en la misma red LAN (fuera del mesh) para hacer las pruebas iniciales de comunicación con las extensiones creadas. La prueba fue exitosa, pero observamos que el cliente Zoiper presentaba algunos defectos en la recepción del micrófono (especie de

eco). X-Lite dio una mejor calidad en el sonido de la llamada. Con esto la configuración por defecto de Elastix resultó ideal para las pruebas de la investigación.

Luego se procedió a configurar algunos VoIP Gateway, para utilizar extensiones SIP en terminales telefónicas analógicas (teléfonos convencionales). No fue un proceso inmediato, dado que el equipo suministrado no incluía manuales de operación. Tiempo de búsqueda en la red fue necesario para encontrar manuales de configuración para los adaptadores. La configuración tenía principios diferentes para cada modelo:

- Las cajillas HandyTone tienen un servidor web embebido. Esto permitió que un ordenador pudiese ser conectado directamente a la cajilla y a través de un navegador web establecer toda la configuración de direcciones IP, servidor SIP, etc.

Figura IV.30: Servidor Web De Administración Para Handytone

- Las cajillas SIPURA también incluyen un servidor web embebido, junto a un servicio de voz interactivo (IVR) donde a través de un teléfono convencional era posible configurar direcciones IP a la cajilla. Se utilizaron ambos sistemas para configurarla.

**SIPURA**  
technology, inc.

Sipura Phone Adapter Configuration

Info **System** SIP Regional Line 1 PSTN Line User 1 PSTN User User Login basic | advanced

System Configuration

Enable Web Server:  User Password:

Internet Connection Type

DHCP:  Static IP:  NetMask:  Gateway:

Optional Network Configuration

HostName:  Domain:  Primary DNS:  Secondary DNS:  DNS Query Mode:  Syslog Server:  Debug Server:  Debug Level:

Undo All Changes Submit All Changes

User Login basic | advanced

Copyright © 2003-2006 Sipura Technology. All Rights Reserved.

**Figura IV.31: Servidor Web De Administración Para SIPURA**

Una vez que la plataforma de VoIP fue probada con éxito en una red LAN, el siguiente paso fue implementarla sobre la red mesh anteriormente establecida. Durante este proceso, observamos que la idea inicial de la infraestructura (tanto el servidor Elastix como las terminales compartiendo la red mesh) no estaba funcionando. Las terminales VoIP no lograban registrarse con el servidor Elastix, quedando sin comunicación entre ellas, a pesar de que hubiera conectividad entre los routers inalámbricos (mensajes de PING confirmaban que la red mesh había sido acoplada tal como se esperaba). Hicimos algunas capturas de tráfico, usando el analizador de protocolos Wireshark, y confirmamos que había alguna especie de fallos en la implementación de OLSR para el firmware Freifunk, dado que terminales de la red privada de un router no tenían forma de comunicarse con la terminal de la red privada de otro router. Durante las capturas también confirmamos, que si el servidor Elastix estuviese en otro segmento de la red local, fuera de la red OLSR, los terminales VoIP establecerían comunicación con él a través de un router OLSR designado como Gateway hacia el siguiente segmento donde el Elastix esté conectado. Con esto, se observó que no era un fallo físico ni lógico en el

diseño de la red; el protocolo OLSR estaba presentando alguna serie de limitaciones a la hora de anunciar hosts privados a una red local.

Teóricamente, este inconveniente de la incomunicación de nodos en redes privadas es solventado a nivel de red con los mensajes HNA (Host and Network Association messages). Los mensajes HNA son utilizados en OLSR para publicar la posibilidad de acceso a hosts de una red privada de un router, anunciándose él mismo como el Gateway de acceso a ese host privado[23]. Cada router de la red mesh recibe estos mensajes, y añade el host de la red privada a su tabla de ruta para posterior acceso y/o referencia con los nodos de gestión. En la tabla de ruta, el nodo privado es accedido a través de la dirección IP del router inalámbrico que administra esa red privada. Durante la investigación, los hosts privados anunciados mediante HNA tales como el servidor Elastix no pudieron ser alcanzados desde otros routers en la red mesh. Debido a este imprevisto, se tomó la decisión de mantener el servidor Elastix en otro segmento de red y mantener los terminales VoIP en la red mesh, manteniendo un router OLSR como Gateway entre la red mesh y el siguiente segmento de red. Con este procedimiento se pudieron establecer llamadas VoIP entre nodos de la red mesh, cada uno autenticándose y tramitando la llamada exitosamente con el servidor Elastix en otro segmento de red. Esto requirió disminuir la cantidad de bits en el prefijo de red, pasando de una inicial red clase C a una red clase B garantizando la comunicación entre ambos segmentos de red: la red mesh con los equipos VoIP y el segmento LAN con el Elastix.

Time	Source	Destination	Protocol	Info
23.703728	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: sip:3005@192.168.10.55;transport=UDP SUBSCRIBE
23.7038	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: REGISTER sip:192.168.10.55;transport=UDP
23.704159	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 401 Unauthorized
23.704192	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 100 Trying (1 bindings)
23.704341	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 401 Unauthorized (0 bindings)
23.70581	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: sip:3005@192.168.10.55;transport=UDP SUBSCRIBE
23.706741	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: REGISTER sip:192.168.10.55;transport=UDP
23.706803	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 200 OK
23.707218	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 100 Trying (1 bindings)
23.708167	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Request: sip:3005@192.168.10.30:5060;rinstance=82b5e9cbcd3669b6;transport=UDP OPTIONS
23.708344	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 200 OK (1 bindings)

23.709938	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Status: 200 OK
23.710353	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Request: NOTIFY sip:3005@192.168.10.30:5060
23.711839	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Status: 200 OK
23.828948	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: SUBSCRIBE sip:Unknown@192.168.10.55
23.829057	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: SUBSCRIBE sip:3005@192.168.10.55;transport=UDP
23.829717	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 404 Not Found
23.829783	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 401 Unauthorized
23.832034	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: SUBSCRIBE sip:3005@192.168.10.55;transport=UDP
23.834738	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 200 OK
24.857297	192.168.10.55	192.168.10.9	SIP	Request: OPTIONS sip:3004@192.168.10.9:21546;user=phone
33.391123	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP/SDP	Request: INVITE sip:3001@192.168.10.55;transport=UDP, with session description
33.391632	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 407 Proxy Authentication Required
33.393125	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: ACK sip:3001@192.168.10.55;transport=UDP
33.393604	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP/SDP	Request: INVITE sip:3001@192.168.10.55;transport=UDP, with session description
33.394461	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 100 Trying
33.493544	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 180 Ringing
47.184582	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
47.206759	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: ACK sip:3001@192.168.10.55
53.329308	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Request: BYE sip:3005@192.168.10.30:5060;transport=UDP
53.472818	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Status: 200 OK
64.657057	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP/SDP	Request: INVITE sip:3004@192.168.10.55;transport=UDP, with session description
64.657629	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 407 Proxy Authentication Required
64.659453	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: ACK sip:3004@192.168.10.55;transport=UDP
64.660102	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP/SDP	Request: INVITE sip:3004@192.168.10.55;transport=UDP, with session description
64.660995	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 100 Trying
64.750714	192.168.10.55	192.168.10.9	SIP/SDP	Request: INVITE sip:3004@192.168.10.9:21546;user=phone, with session description
64.751298	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Status: 180 Ringing

72.488282	192.168.10.55	192.168.10.9	SIP	Request: ACK sip:3004@192.168.10.9:21546;user=phone
72.488541	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP/SDP	Status: 200 OK, with session description
72.51864	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Request: ACK sip:3004@192.168.10.55
83.708808	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Request: OPTIONS sip:3005@192.168.10.30:5060;rinstance=82b5e9cbcd3669b6;transport=UDP
83.710378	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Status: 200 OK
84.863689	192.168.10.55	192.168.10.9	SIP	Request: OPTIONS sip:3004@192.168.10.9:21546;user=phone
94.703435	192.168.10.55	192.168.10.9	SIP	Status: 200 OK
94.70496	192.168.10.55	192.168.10.30	SIP	Request: BYE sip:3005@192.168.10.30:5060;transport=UDP
94.831084	192.168.10.30	192.168.10.55	SIP	Status: 200 OK

**Tabla IV-3: Extracto De Captura De Trafico De Red, Generado Por Una Llamada Telefónica Entre Dos(2) Terminales En La Red Mesh**

La tabla anterior muestra un extracto de una captura de red la cual confirma la efectividad en la comunicación entre terminales SIP en la red mesh, siempre que la central PBX se mantuviese en un segmento LAN aparte accedido a través de un nodo mesh que actuase como pasarela(Gateway) entre el segmento mesh y el segmento LAN.

A continuación se muestran algunas capturas de las pantallas de la configuración del Elastix.

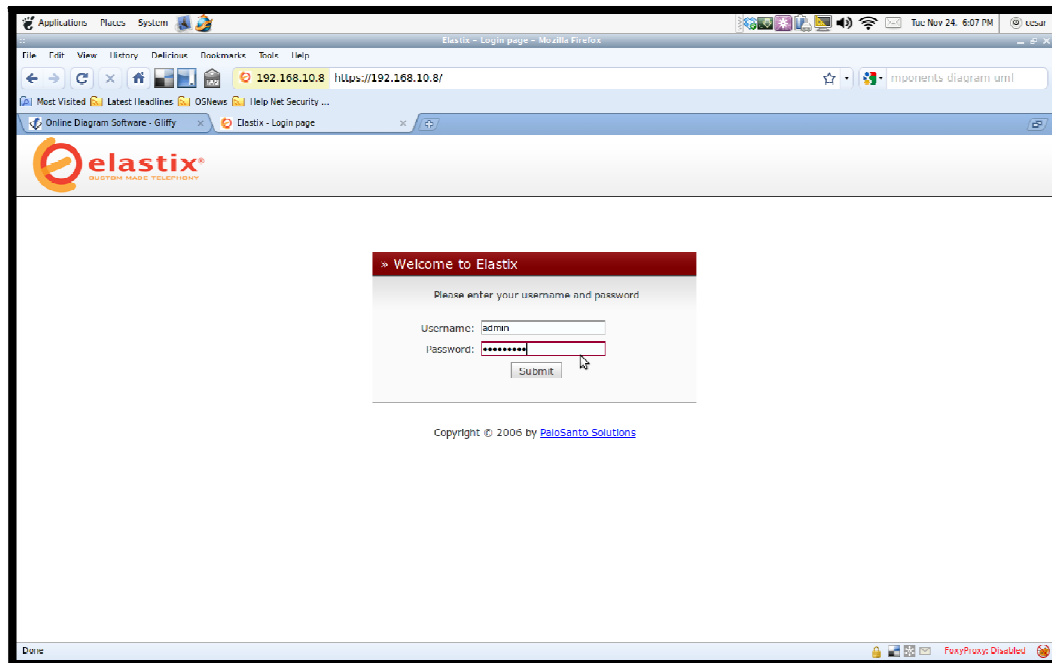


Figura IV.32: Acceso a Elastix

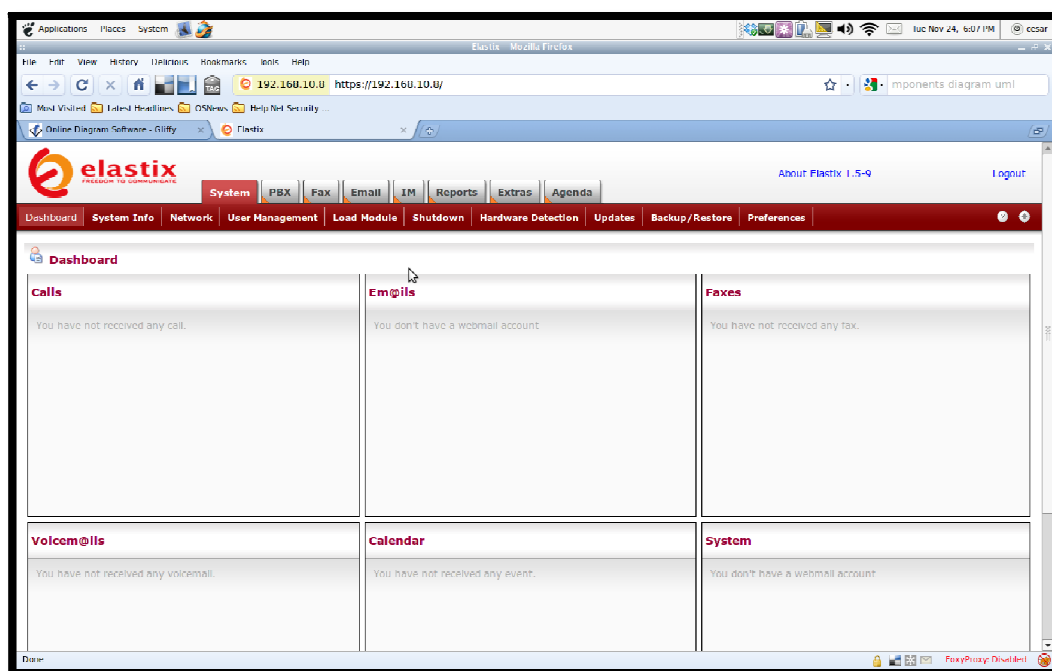


Figura IV.33: Elastix - Menú Principal



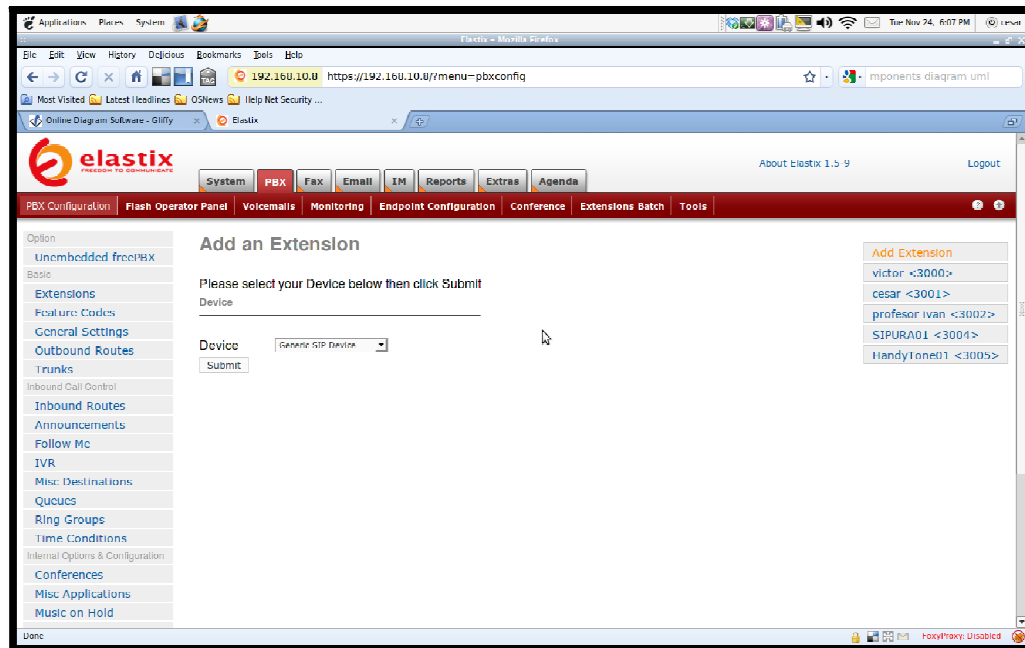


Figura IV.34: Elastix - Selección De Tipo De Protocolo, Para Una Nueva Extensión

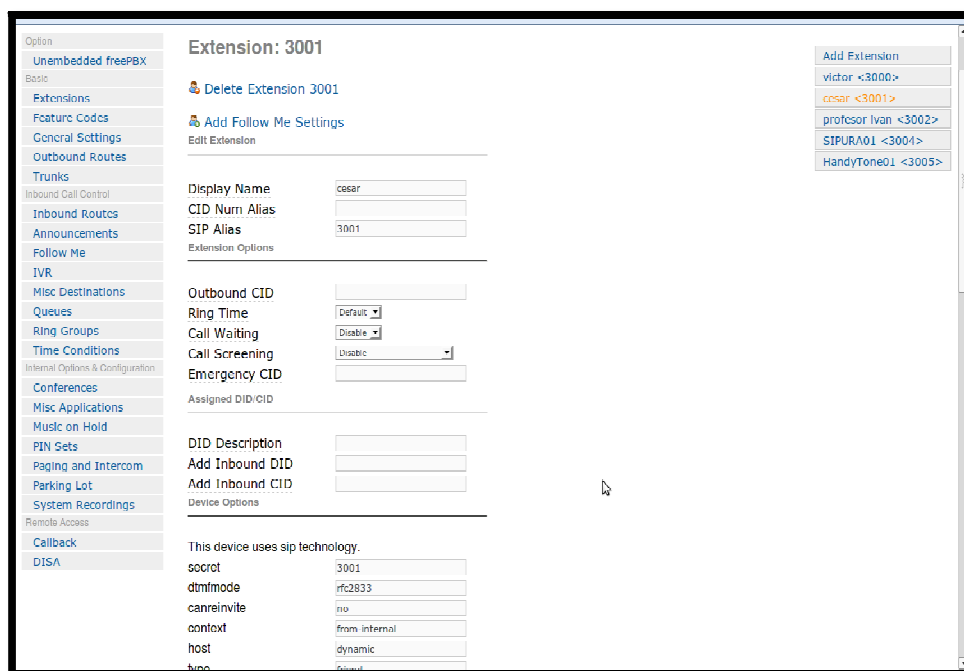
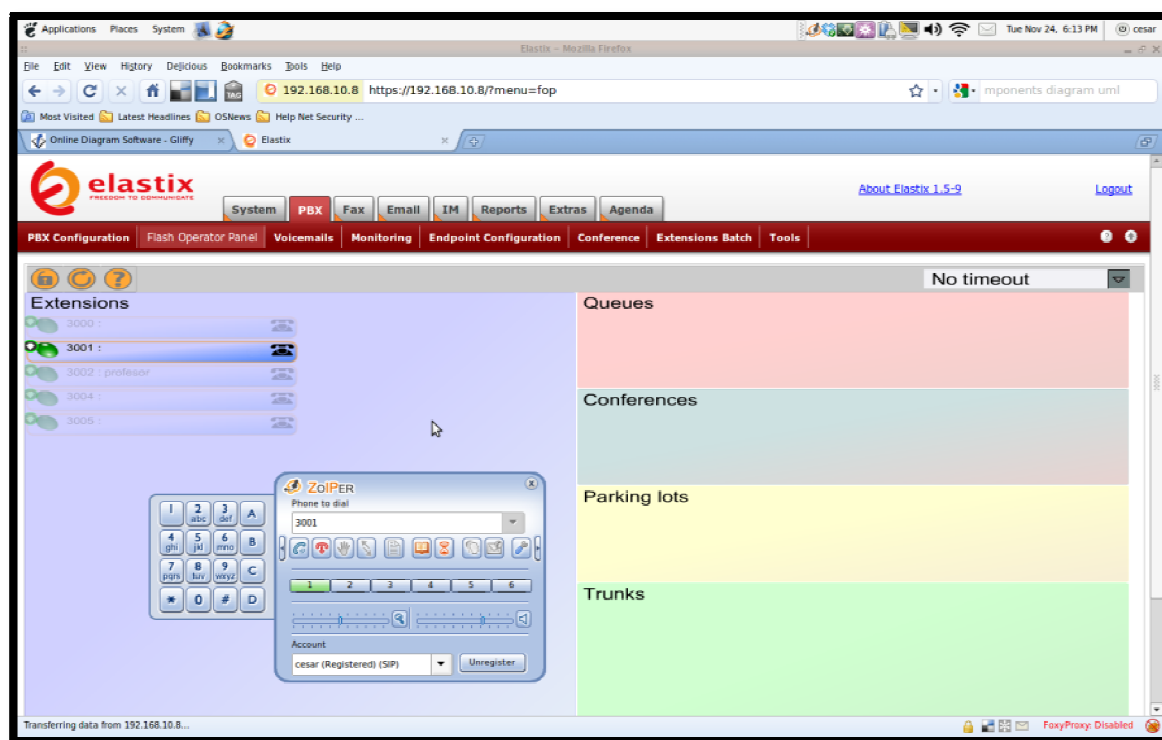


Figura IV.35: Elastix - Creación De Extensión Telefónica

## 4.3. DISEÑO/CODIFICACIÓN DEL DIRECTORIO TELEFÓNICO WEB

### 4.3.1. INTRODUCCIÓN

Este software fue inspirado por el aplicativo ‘Flash Panel Operator’[8], incluido en la interfaz web de administración del servidor Elastix. Esta aplicación web actúa como un tablero de conexiones, donde el usuario puede interconectar (dado el acceso administrativo requerido) a las líneas telefónicas que estén activas, tal como una joven operadora en los inicios del sistema telefónico. Si era posible interconectar extensiones telefónicas manualmente, creímos que sería interesante llevar el concepto al siguiente nivel: automatizar la búsqueda e interconexión de las llamadas, para beneficio de usuarios finales.



**Figura IV.36: Elastix - Flash Panel Operator mostrando la línea 3001; esta línea esta activa y es manejada por el softphone Zoiper**

#### 4.3.2. LISTADO DE REQUERIMIENTOS

- Requerimientos Funcionales
  - Funcionar desde un navegador web
  - Permitir al menos dos(2) usuarios utilizando el sistema de forma simultánea
  - Enviar señal para interconectar una llamada telefónica entre 2 extensiones, con un solo clic
  - El sistema PBX es quien se encargará de establecer la interconexión telefónica propia, recibiendo del navegador como argumento las líneas telefónicas involucradas
  
- Requerimientos De Usuario
  - Restringir el acceso al servicio solo para usuarios registrados
  - Permitir hacer búsquedas por información de usuario (nombre, apellido)

#### 4.3.3. ANÁLISIS DEL SISTEMA

4.3.3.1. FLUJO DEL SISTEMA: el flujo del sistema tiene un bajo nivel de complejidad. El usuario abre el sitio web, crea una cuenta de usuario; luego usa sus credenciales para entrar al sistema. Se ejecuta una búsqueda parametrizada de entre las líneas telefónicas registradas (cada usuario debe tener una), se selecciona y el sistema envía los datos a la central telefónica. La central telefónica se encarga del proceso de generar la conexión telefónica entre la línea del usuario y la línea receptora. Los estados del sistema serían:

- Sistema de acceso
- Registro de Usuario
- Menú de opciones
- Administración de usuarios
- Búsqueda de extensiones
- Envío de señal para conexión telefónica
- Salida del sistema

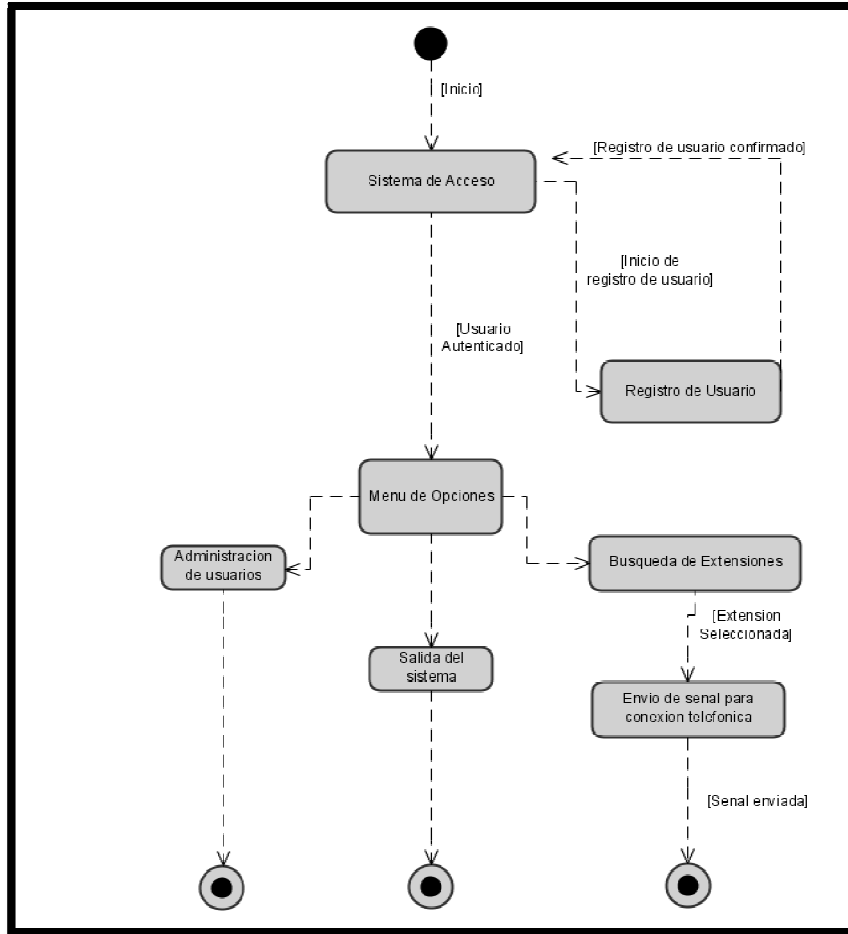


Figura IV.37: Directorio Web - Diagrama De Estados

4.3.3.2. SECUENCIACIÓN DEL APLICATIVO: los elementos físicos involucrados en el funcionamiento del sistema son:

- Navegador web (cliente)
- Servidor web (servidor de aplicaciones)
- Servidor Elastix(central PBX)

El evento que crea la secuencia de interacciones es el deseo de un usuario de establecer una conexión telefónica. Las interacciones del cliente al servidor deben ser las usuales: el cliente envía sus credenciales de usuario, recibe acceso al módulo de búsqueda; envía una solicitud de búsqueda, recibe los resultados de esa búsqueda. A la hora de establecer la conexión telefónica, el servidor envía los parámetros requeridos al PBX, a través de un comando Linux seguido de los parámetros. Esta comunicación, a la vista del cliente,

debe ser no orientada a conexión ya que una vez que el servidor envía los parámetros, no va a recibir una respuesta del

PBX indicando que hubo éxito o no en la recepción del mensaje. La verificación de que los parámetros fueron enviados y procesados exitosamente va a venir de una fuente externa al sistema: la conexión exitosa entre los dos comunicadores telefónicos SIP (softphone o teléfono VoIP). Este mismo principio es observado en los mensajes de texto de telefonía celular; el emisor solamente conoce que el mensaje fue recibido si le llega una respuesta del emisor.

En nuestro caso, el servidor se encarga de notificar al cliente que los parámetros fueron enviados exitosamente. Queda de parte del usuario físico y su comunicador certificar que la llamada ha sido conectada efectivamente.

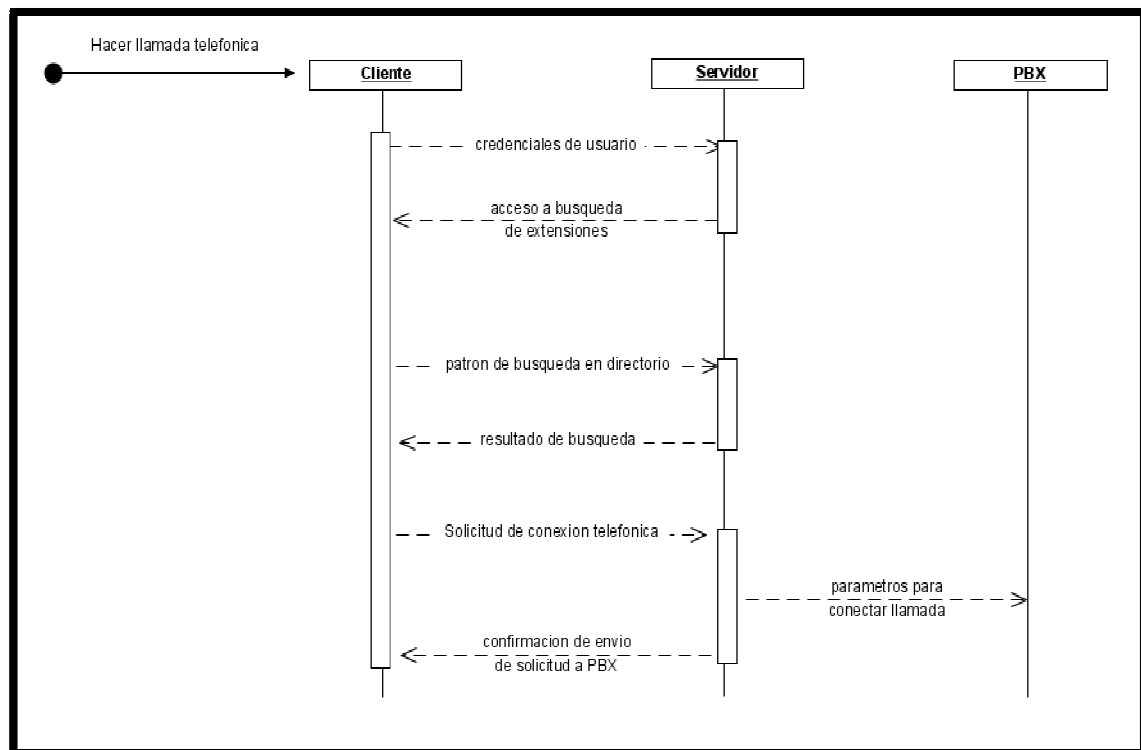


Figura IV.38: Directorio Web - Diagrama De Secuencia

Las siguientes imágenes presentan bosquejos acerca de la forma en que el sistema se debe desarrollar y presentar al usuario final.

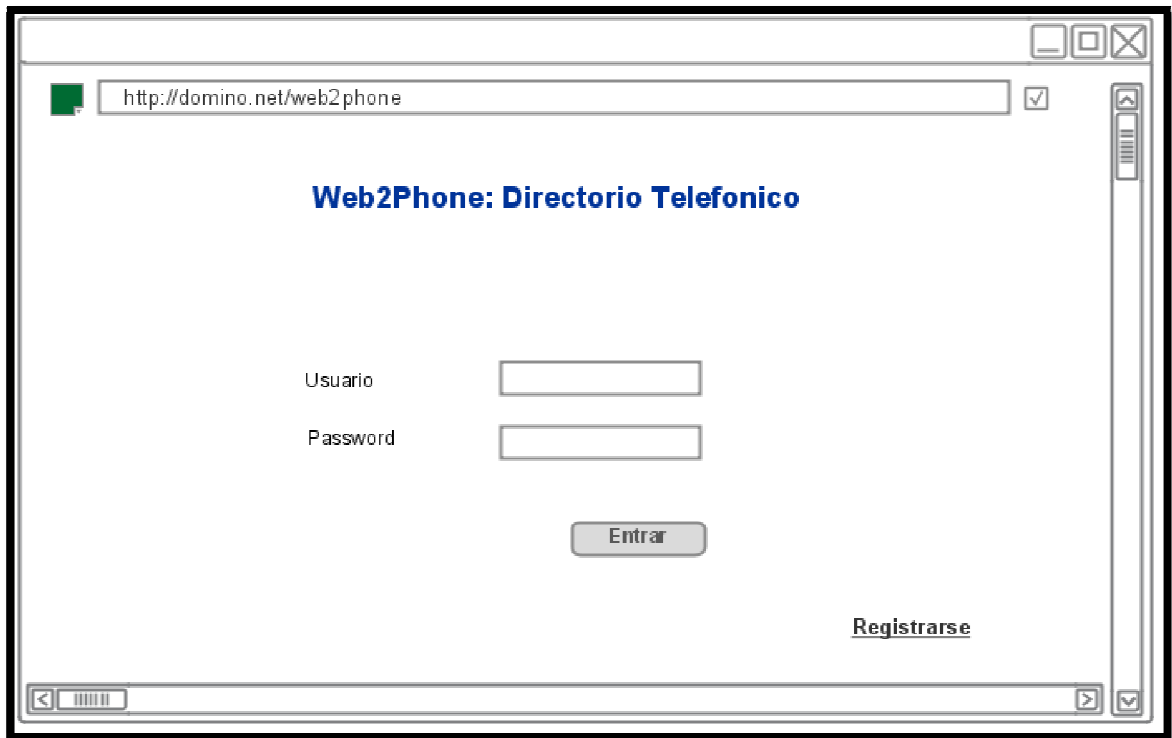


Figura IV.39: Directorio Web - Maqueta Para Sistema De Acceso

Este es un bosquejo de la pantalla inicial de acceso al sistema. El usuario final de aquí puede ser dirigido a dos secciones: registro de nuevo usuario, o al menú de búsqueda.

The image shows a web browser window with the address bar displaying 'http://dominio.net/web2phone'. The page title is 'Directorio Digital - Registro'. The form contains the following fields:

Field Label	Input Type
No. Extension	Text
Nombre	Text
Apellido	Text
Cedula o No. Identificador	Text
Direccion	Text
Cargo	Text

A 'Submit' button is located at the bottom right of the form.

**Figura IV.40: Directorio Web - Pantalla De Registro**

El registro de usuarios no debe ser muy distinto de un registro de usuario para cualquier servicio web conocido (Hotmail, facebook, foros en línea, etc.); el usuario debe agregar sus datos personales, además de un usuario y contraseña como credenciales de acceso. Este directorio web parte del supuesto de que el usuario final ha recibido con anterioridad un número de extensión telefónica asociado a la PBX. El directorio no va a generar un número nuevo para el usuario; él debe registrarlo como parte de sus datos. El sistema no podrá registrar el usuario nuevo sin esta información.



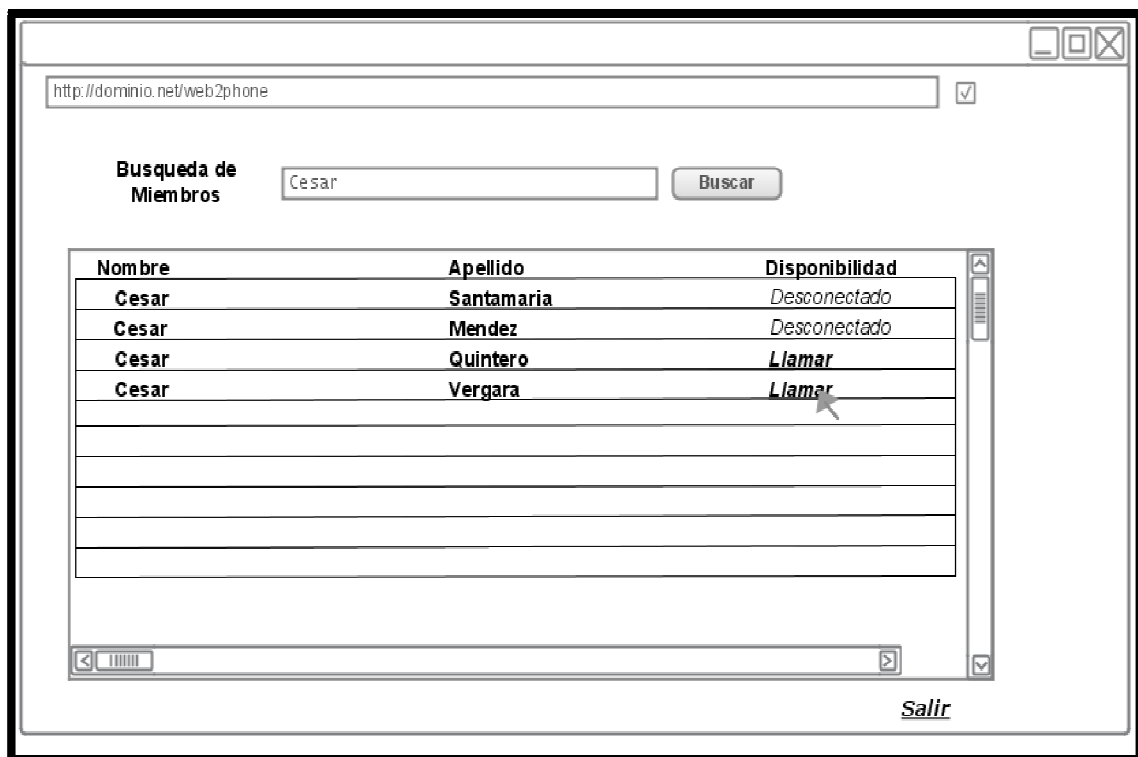


Figura IV.41: Directorio Web - Sección De Búsqueda De Extensiones

En la sección de búsquedas, una vez que el usuario final escriba el parámetro de búsqueda, una tabla tipo grid aparecerá con algunos datos generales de los usuarios, junto a un enlace para hacer clic y enviar la señal al PBX para que gestione la conexión telefónica.

#### ELEMENTOS DEL DESARROLLO DEL SISTEMA

- Tipo de aplicación: aplicación web
- Lenguajes utilizados: PHP, Javascript

#### ELEMENTOS ESTIMADOS DE IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA

- Servidor de aplicación: Servidor Web Apache
- Navegadores de prueba: Mozilla Firefox

## MODELO DE DATOS

Para los efectos de esta investigación, el modelo de datos sólo requiere un manejo de generales de usuario.

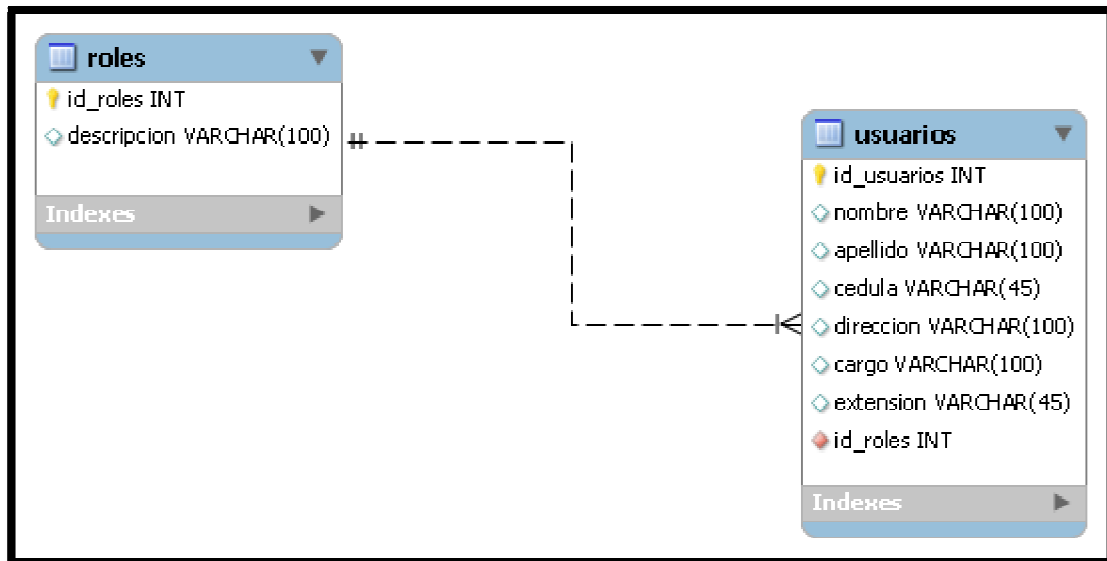


Figura IV.42: Directorio Web - Modelo De Datos

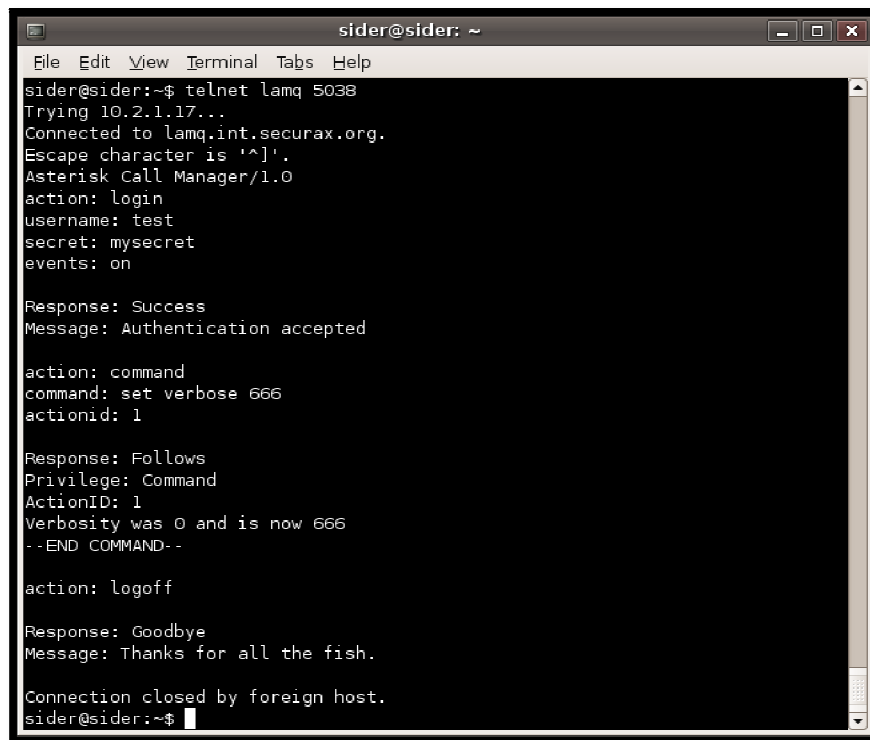
#### 4.3.4. DESARROLLO DEL SISTEMA

##### 4.3.4.1. OBSERVACIONES DURANTE EL DESARROLLO

###### COMUNICACIÓN CON PBX

En Asterisk, es posible generar una conexión telefónica entre dos extensiones a través de instrucciones recibidas por un miembro no involucrado en la llamada. Hay varias formas de hacerlo: a través de la consola de administración (Asterisk Management Interface), y a través de un comando de Linux con los parámetros respectivos.

- Asterisk Management Interface: a través de una conexión en el puerto 5038, es posible establecer una conexión como usuario administrador y ejecutar comandos de manera arbitraria utilizando sentencias de texto plano [9].



```
sider@sider: ~
File Edit View Terminal Tabs Help
sider@sider:~$ telnet lamq 5038
Trying 10.2.1.17...
Connected to lamq.int.securax.org.
Escape character is '^]'.
Asterisk Call Manager/1.0
action: login
username: test
secret: mysecret
events: on

Response: Success
Message: Authentication accepted

action: command
command: set verbose 666
actionid: 1

Response: Follows
Privilege: Command
ActionID: 1
Verbosity was 0 and is now 666
--END COMMAND--

action: logoff

Response: Goodbye
Message: Thanks for all the fish.
Connection closed by foreign host.
sider@sider:~$
```

Figura IV.43: Directorio Web - Asterisk Manager Interface (AMI)

- Comando de Consola: a través de un comando de consola Linux, se envía una señal a la PBX con los argumentos indicados para establecer la llamada[9]:

```
$ asterisk -rx 'originate sip/numero#1 extension numero#2 @from-internal'
```

Inicialmente estudiamos la posibilidad de utilizar Asterisk PHP-API: una serie de librerías de código PHP para establecer comunicación al puerto de administración y ejecutar los comandos para interconectar las llamadas[31]. Al utilizar las librerías en un código de prueba, observamos que el funcionamiento de las librerías generan cadenas de texto y las envían al puerto de administración Asterisk. Después de extensas pruebas, desistimos de esta posibilidad debido a lo siguiente:

- ❖ El formato en que el código PHP generaba las cadenas de texto no era el apropiado para ser interpretado por la consola de administración. La conexión telefónica enviaba un error de ‘línea no disponible’. Quizás es un problema relacionado al formato
- ❖ Observamos que este puerto de comunicación recibe texto claro, sin ningún tipo de cifrado y/o seguridad en el medio. Para la investigación resultó inapropiado esta falta de seguridad dado que se haría necesario colocar entre el servidor web y el PBX una interfaz de cifrado para garantizar protección en la comunicación desde el código PHP
- ❖ Todos estos mensajes de administración, se dan bajo una sesión autenticada del usuario administrador de la PBX. Para que este servicio web funcionara de manera multiusuario, hubiese sido necesario crear múltiples cuentas de administrador y que establecieran sesiones de comunicación a la consola de administración de manera arbitraria. Consideramos esto una falla a la seguridad de la PBX, y un problema de escalabilidad en el largo plazo.

Debido a este análisis decidimos desde el código PHP ejecutar el comando Linux que genera una interconexión telefónica. Utilizando este enfoque, es posible mantener una sesión corta con el PBX, enviando un solo mensaje de señalización con todos los argumentos para la llamada. En la fase de pruebas de sistema se comprobó si este enfoque permitía cumplir con el requerimiento de un sistema multiusuario.

Ahora, habiendo decidido que el aplicativo se va a comunicar directamente con el Elastix para enviar un solo mensaje, apareció otro tema de evaluación: de qué forma el servidor de aplicación abriría una sesión con el servidor Elastix y ejecutar el comando directamente? En las pruebas del software, resultó impráctico tener un servidor de aplicación separado del servidor Elastix por lo siguiente:

- Establecer una comunicación entre ambos servidores, tendría que ser a través de sesiones SSH, utilizando llaves de cifrado para proteger el paso de las credenciales para abrir una sesión de usuario; algo que elevaría el nivel de complejidad en la implementación

- El servidor Elastix instala un servidor web, para entrar a la sección de administración de las aplicaciones de comunicaciones. Ese mismo servidor podía ser utilizado para ejecutar el código PHP del directorio, evitando la necesidad de administrar otro servidor

Evaluando estos puntos, para los fines de la investigación se decidió implementar el aplicativo en el mismo servidor que administra la PBX y las demás herramientas.

## PANTALLAS DEL SISTEMA

Las siguientes pantallas son una descripción de todas las interacciones del usuario con el directorio web. Muestra la pantalla inicial, la forma en que se crea un usuario del sistema, el modelo de seguridad frente a una contraseña no registrada, a la vez que muestra la sección de administración de usuarios registrados. Junto a esto, ejemplifica una búsqueda e inicio de conexión de llamada telefónica desde el terminal VoIP softphone del usuario hacia la línea seleccionada en el directorio. Recordemos que el sistema solo envía la petición de conexión entre el terminal VoIP local del usuario y la línea que desea comunicarse; el proceso de interconexión se deja al funcionamiento del servidor Elastix.

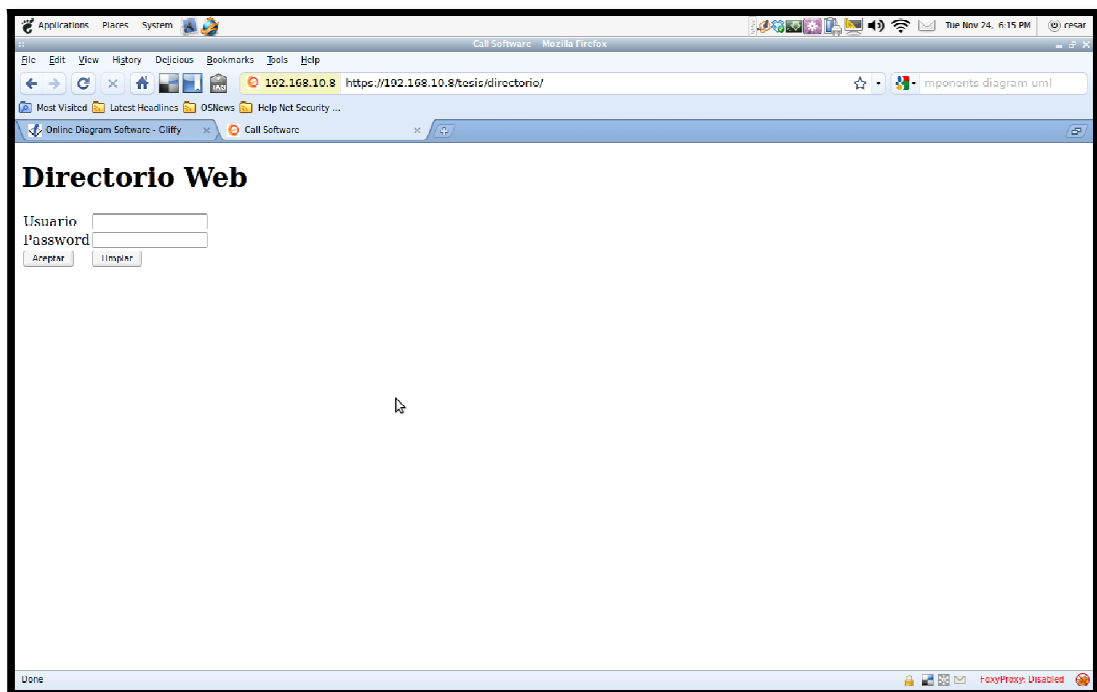


Figura IV.44: Directorio Web - Pantalla De Acceso

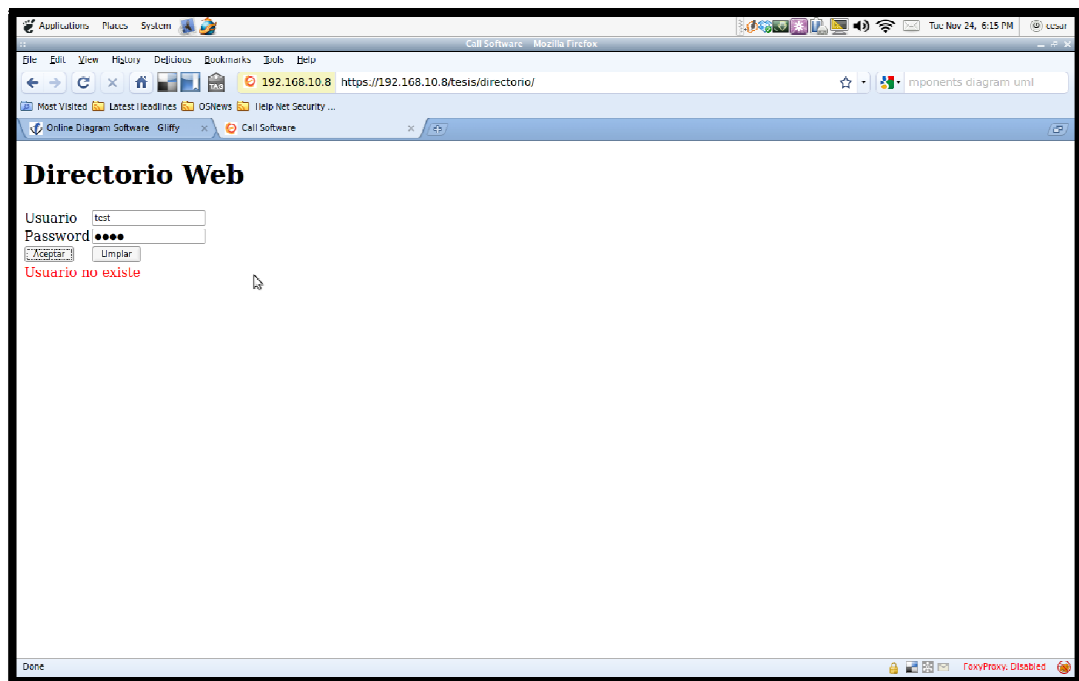


Figura IV.45: Directorio Web - Fallo De Acceso

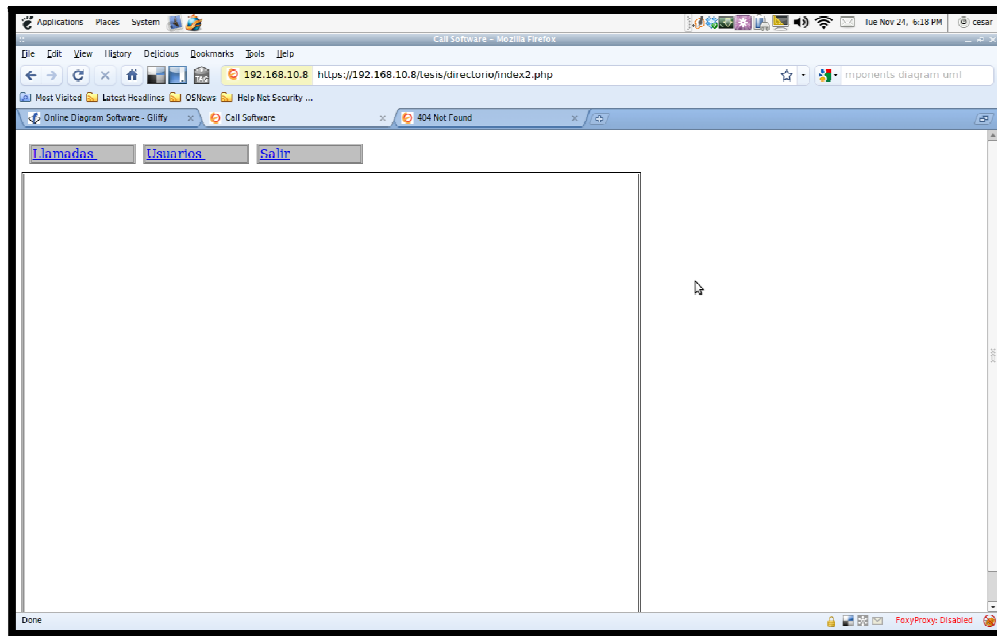


Figura IV.46: Directorio Web - Menú Principal

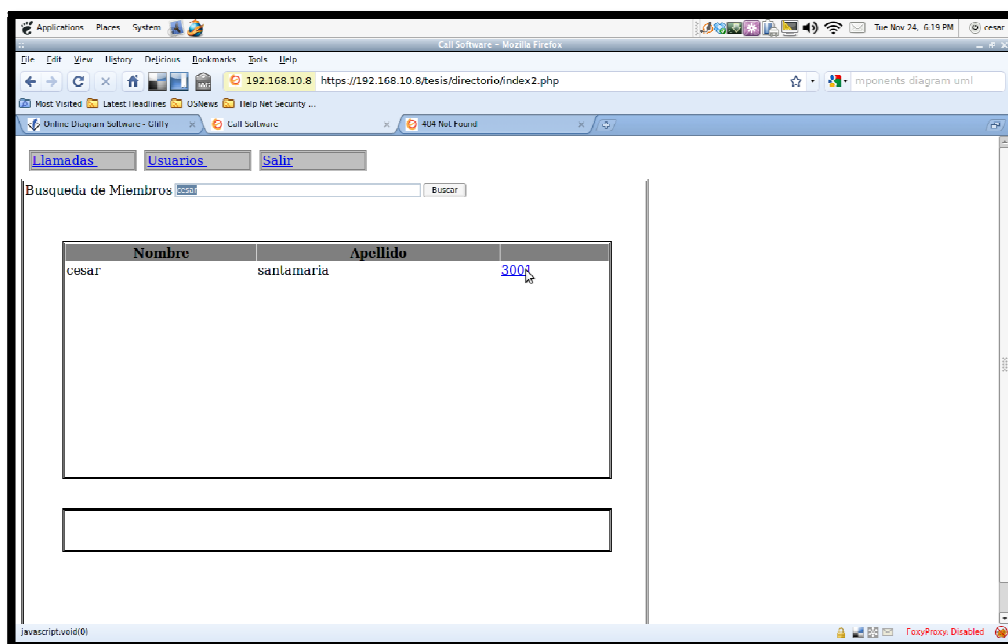


Figura IV.47: Directorio Web - Búsqueda De Extensiones

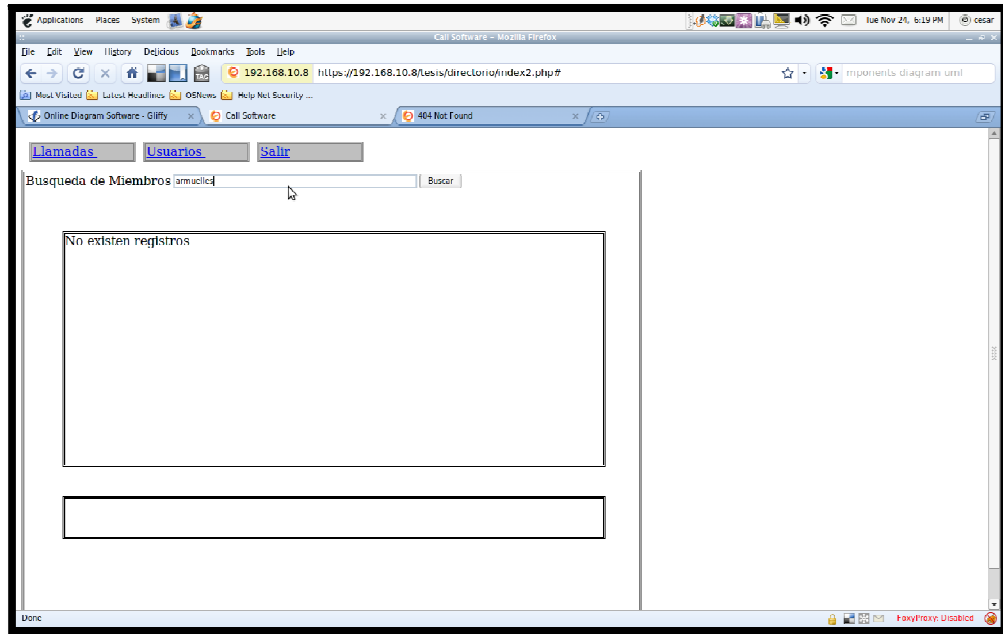


Figura IV.48: Directorio Web - Búsqueda Sin Resultados

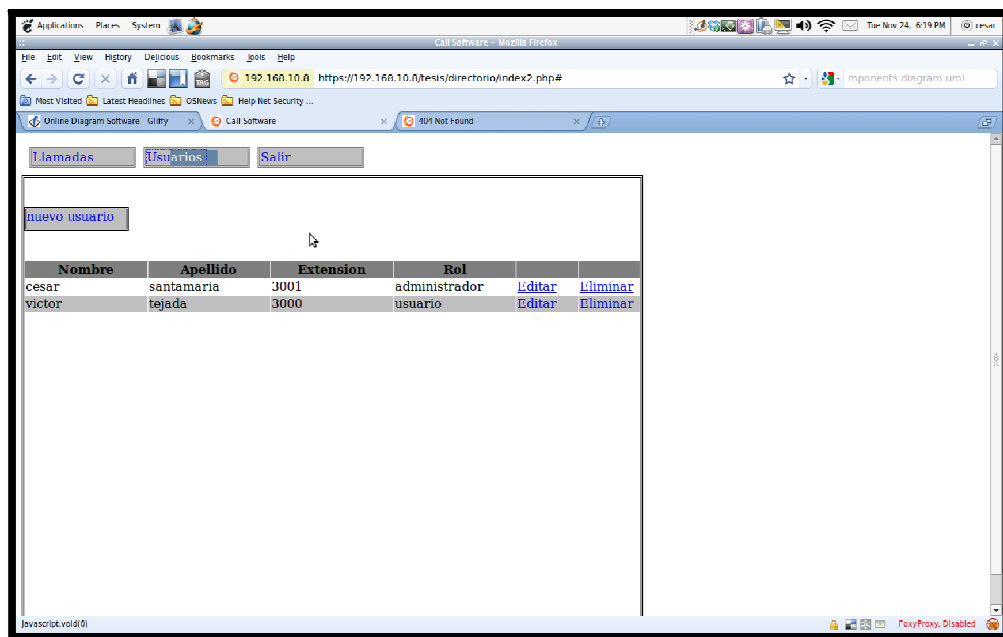


Figura IV.49: Directorio Web - Administración De Usuarios Del Sistema



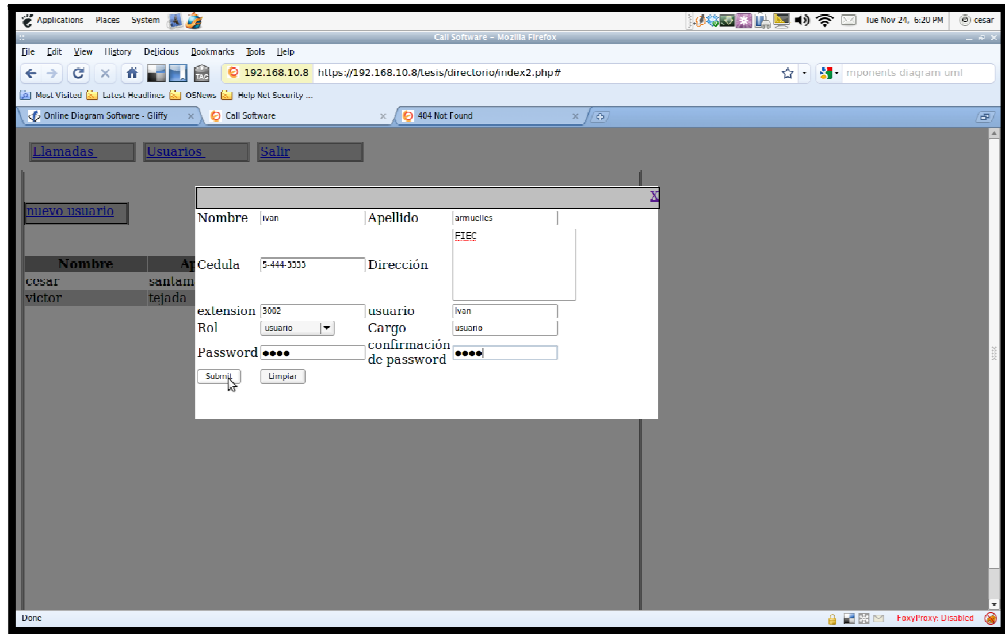


Figura IV.50: Directorio Web - Agregar/Editar Usuario

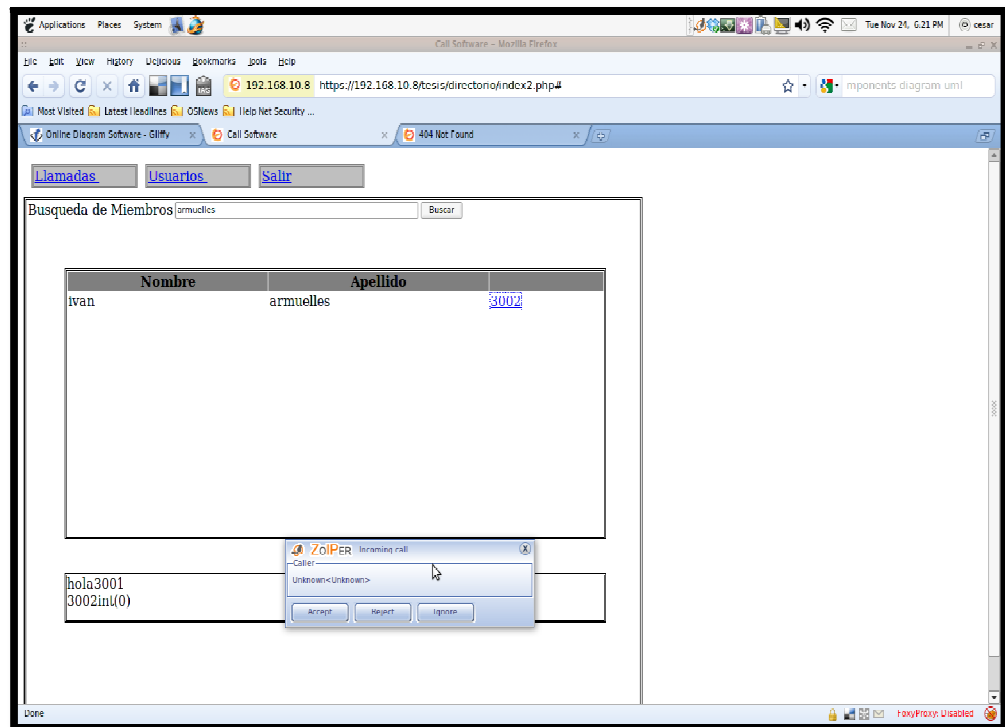


Figura IV.51: Directorio Web - Conexión Telefónica Iniciada

## 4.4. EJECUCIÓN DE PRUEBAS A TODO EL SISTEMA

### 4.4.1. ESQUEMA DE RED

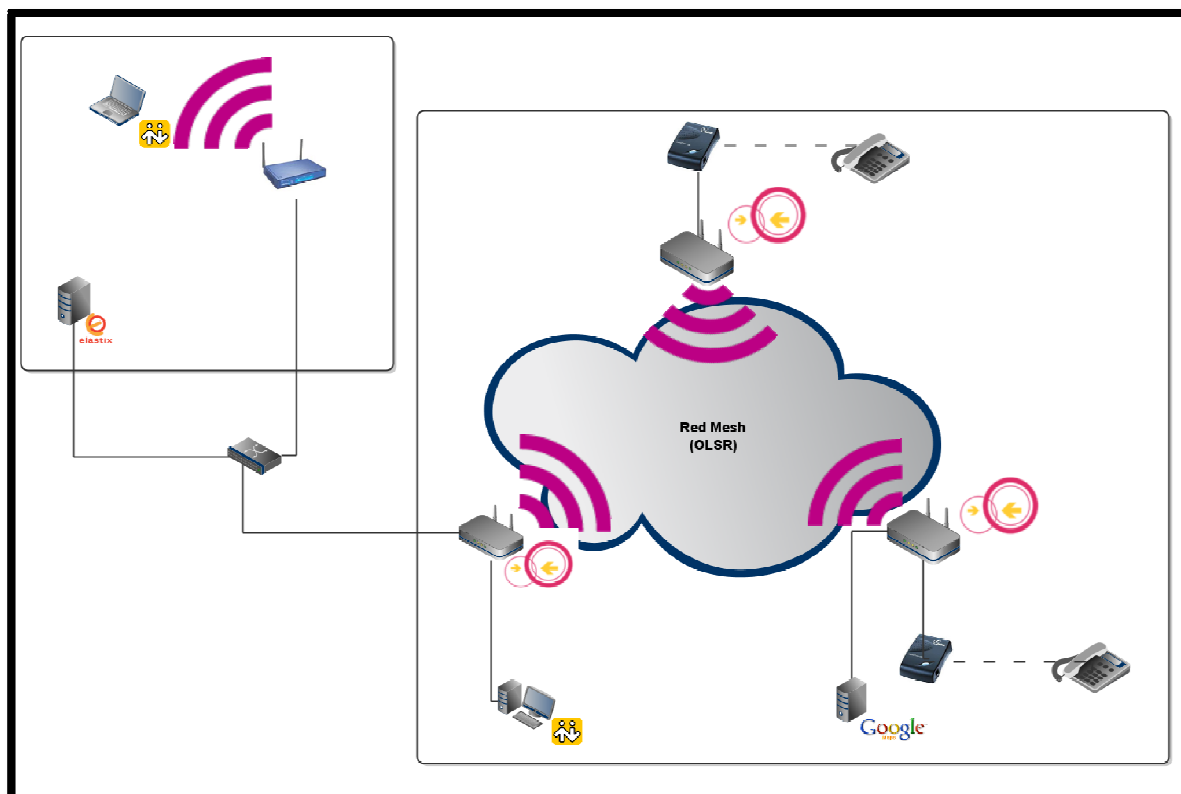






Figura IV.52: Esquema de Red Implementado

-  Router con firmware Freifunk, que utiliza OLSR
-  Ordenador con softphone X-Lite instalado y con una extension telefonica asignada
-  VoIP gateway, con una extension telefonica asignada por el PBX
-  Servidor PBX con software Elastix instalado
-  Servidor con aplicativo de monitoreo de red

#### 4.4.2. LISTADO DE PRUEBAS

##### 4.4.2.1. RED MESH

Prueba	Resultado
Interconectividad entre los routers	<b>Exitoso.</b> En la pantalla de cada interfaz Freifunk era posible ver la interconectividad de cada nodo con los otros. Por medio de mensajes ICMP (ping) se comprobó la conectividad.
Salida a Internet, a través de un router que haga las veces de pasarela (Gateway)	<b>Exitoso.</b> Configurando el router FFUNK01 como nodo Gateway, y configurando en los otros equipos que lo anuncien en la red como la pasarela a otra red, los equipos conectados a las LAN privadas de cada router inalámbrico tuvieron salida a internet.
Interconectividad entre equipos conectados a las LAN privadas de cada router inalámbrico, en la red Mesh	<b>Fallido.</b> OLSR utiliza mensajes HNA para anunciar equipos de LAN privadas a toda la red; de esta forma la tabla de ruta de cada equipo los incluye como un nodo accesible. En las pruebas de la investigación no logramos acceder directamente un equipo de una LAN privada, aún a pesar de tener todos los equipos en una subred tipo B para mantener el mismo prefijo de red. Creemos que la implementación de OLSR en el firmware Freifunk utilizado no tiene este servicio en un ciento por ciento funcional.

Tabla IV-4: Listado De Pruebas A La Red Mesh

#### 4.4.2.2. SERVICIO VOIP

Prueba	Resultado
<b>Reconocimiento de 2 clientes softphones como extensiones telefónicas disponibles, por parte de la PBX</b>	<b>Exitoso.</b> Dos clientes X-Lite configurados en ordenadores conectados a las LAN privadas de los routers FFUNK02 y FFUNK03 probaron ser reconocidos exitosamente como líneas activas en la central telefónica.
<b>Establecimiento de llamada telefónica entre dos extensiones reconocidas por la PBX</b>	<b>Exitoso.</b> Se hicieron llamadas exitosamente entre dos clientes X-Lite configurados en ordenadores conectados a las LAN privadas de los routers FFUNK02 y FFUNK03
<b>Reconocimiento de 2 adaptadores ATA como extensiones telefónicas disponibles, por parte de la PBX</b>	<b>Exitoso.</b> Dos adaptadores ATA, marca Sipura HandyTone configurados previamente, fueron reconocidos exitosamente por la PBX como líneas activas para recibir y hacer llamadas. Observación: cabe destacar que FreePBX tiene la opción de hacer un scanning de la red, y enviar toda la configuración necesaria a equipos VoIP de marcas reconocidas por el sistema.

**Tabla IV-5: Listado De Pruebas Al Servicio VoIP**

#### 4.4.2.3. DIRECTORIO WEB

Prueba	Resultados
Acceso de un usuario registrado al sistema	<i>Exitoso.</i>
Falla en el intento de acceso por un usuario no registrado	<i>Exitoso.</i>
Agregar un usuario al sistema	<i>Exitoso.</i>
Búsqueda de un usuario en el sistema, por nombre	<i>Exitoso.</i>
Búsqueda de un usuario en el sistema, por apellido	<i>Exitoso.</i>
Llamada interconectada entre el usuario y otro seleccionado de la búsqueda, de softphone a softphone	<i>Exitoso.</i>
Llamada interconectada entre el usuario y otro seleccionado de la búsqueda, de softphone a VoIP Gateway	<i>Exitoso.</i>
Llamada interconectada entre el usuario y otro seleccionado de la búsqueda, de VoIP Gateway a VoIP Gateway	<i>Exitoso.</i>
Llamada interconectada entre el usuario y otro seleccionado de la búsqueda, de dos usuarios conectados simultáneamente al sistema	<i>Exitoso. Las llamadas simultaneas fueron exitosas indistintamene, entre clientes softphones y VoIP gateways</i>

Tabla IV-6: Listado De Pruebas Al Directorio Web

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1. CONCLUSIONES

La investigación sobre la telefonía sobre IP en las redes mesh demostró que es posible desarrollar un servicio de telefonía básica, sin la necesidad de incurrir en elevados costos de implementación. También se constató que el software libre brinda muchas alternativas para facilitar la puesta en marcha de proyectos de interés y desarrollo social. En la actualidad se están haciendo proyectos basados en redes mesh en continentes como Europa y Asia, de tal manera que otros países están, tal como en esta investigación, comprobando la viabilidad de estas tecnologías para subsanar necesidades de comunicación entre sus habitantes. El uso de las redes mesh en este país sería de gran ayuda para proyectos como distribución de internet inalámbrico en diferentes regiones del país donde no se tiene una infraestructura de cables y/o donde llevar la infraestructura requerida para la tecnología de comunicación celular resulta no factible económicamente y donde el riesgo de daños de los equipos haga prohibitiva su instalación.

Fue interesante poder desarrollar un sistema de monitoreo de nodos propio, y que aprovecharse tecnologías web para permitir el monitoreo remoto. Dado que quizás nuestro escenario principal de posible implementación son zonas rurales y/o de difícil acceso, poder proponer un aplicativo que permita un soporte en dos (2) estados: un equipo técnico que remotamente dirija los servicios, y un equipo técnico entrenado in situ que se encargue de hacer verificaciones y reemplazos físicos de ser necesario.

El sistema de directorio web, a pesar de ser una prueba de concepto, resultó ser un punto de partida interesante para un desarrollo más elaborado del aplicativo. Debido a falta de recursos, no pudimos probar generar llamadas desde el sitio web hacia un proveedor de telefonía local en la ciudad; pero, teóricamente debe ser posible, una vez que el servidor Elastix cuente con el hardware y configuraciones necesarias para poder recibir y administrar llamadas recibidas fuera de la red mesh. Con este proceso cubierto, una comunidad rural que tenga acceso a líneas telefónicas comerciales podría, con un bajo grado de complejidad, recibir llamadas de usuarios en la ciudad que fuesen miembros de un sitio web como el desarrollado en la investigación.

Nuestro país tiene grandes ventajas tanto geográficas como de costos de infraestructura, que un proyecto de esta índole puede ser un gran aliviador de necesidades de comunicación en nuestras comunidades, permitiendo que grupos sociales de bajo perfil económico tengan acceso a comunicación telefónica y redes de datos de calidad similar a propuestas comerciales y económicamente costo efectivas.

## 5.2. RECOMENDACIONES PARA PRÓXIMAS INVESTIGACIONES

### 5.2.1. SEGURIDAD EN EL SERVICIO VoIP

EL servicio de VoIP al no tener la seguridad debida en la red mesh, podría ser afectada por ataques mal intencionados; hay que tener políticas de seguridad y herramientas que ayuden a mantener el servicio protegido de ataques y mal uso de los recursos.

#### Posibles Ataques:

- SPIT (Spam Over Internet Telephony):

Se refiere a la distribución o envío de spam sobre las líneas de telefonía sobre IP [15]. Son llamadas cortas haciendo propaganda a cualquier producto o local comercial; estos mensajes consumen ancho de banda debido a que son gestionados y recibidos como cualquier llamada dentro del sistema, degradando el rendimiento de la red donde el sistema VoIP está integrado. Si no se adoptan medidas de seguridad, el sistema VoIP puede tener recursos y tiempo de conexión telefónica malgastados por la gestión de llamadas no deseadas en la red.

Se pueden enviar grandes cantidades de spam; algo difícil de lidiar para el personal que administra un servicio de telefonía sobre IP de no tomarse las medidas pertinentes.

- Spoofing:

Es la técnica o forma de suplantar la identidad de un usuario en el sistema donde se desea estar y obtener privilegios de la persona que ha sido atacada [4]. Los procedimientos para realizar este tipo de ataques son de diferentes maneras los cuales pueden ser personas que usan métodos o software que permiten esta acción malintencionada.

#### Tipos de Spoofing

1. IP Spoofing.
2. ARP Spoofing.
3. DNS Spoofing.
4. Web Spoofing.
5. Mail Spoofing.
6. Caller Id Spoofing.



La preocupación más grande que se debe tener en este servicio es la “confidencialidad” la cual es necesaria ya que ninguna persona desea que su conversación sea escuchada por una tercera persona. Esto se da porque la información de viaja por Internet sin ningún tipo de encriptación en base a esto los críticos de VoIP dicen que no es tan segura como la telefonía convencional que brindan las grandes empresas.

#### 5.2.2. SEGURIDAD EN LA RED MESH

En la actualidad la seguridad de las redes es algo primordial debido a los intrusos que usan las redes para beneficio propio; debido a eso se han creados mecanismo de seguridad para las redes y evitar esos problemas. Se presentarán los diferentes modos de seguridad que se deben tener en la redes y más si son inalámbricas.

##### 5.2.2.1. WI-FI PROTECTED ACCESS 2 (802.11i):

Wi-Fi Protected Access 2 (WPA2) es un protocolo de protección de la redes inalámbricas wi-fi además mejorando las deficiencias del WEP. El 802.11i es un estándar certificado en junio del 2004 por la IEEE. En la actualidad muchos routers y access point utilizan este protocolo con el algoritmo AES (Advanced Encryption Standard). Con este algoritmo será posible cumplir con los requerimientos de seguridad del gobierno de USA - FIPS140-2.

La Wi-Fi Alliance llama a la versión de clave pre-compartida WPA-Personal y WPA2-Personal y a la versión con autenticación 802.1x/EAP como WPA-Enterprise y WPA2-Enterprise.

##### 5.2.2.2. RADIUS

Es un acrónimo en inglés de Remote Authentication Dial-In User Server es un protocolo de autenticación y autorización para el acceso a la red o movilidad IP.

Una de las características más importantes del protocolo RADIUS es su capacidad de manejar sesiones, notificando cuando comienza y termina una conexión, así que al usuario se le podrá determinar su consumo y facturar en consecuencia; los datos se pueden utilizar con propósitos estadísticos. El puerto que utiliza este protocolo es el 1813 de UDP para establecer conexiones.

Radius ofrece otras funcionalidades como acceso centralizado, la autorización, así como administración de contabilidad para las personas o equipos para agregar y utilizar un servicio de red. A menudo hay necesidad de "autenticación" cuando una persona trata de fijar a una red.

#### 5.2.2.3. IPTABLES

Es una herramienta que sirve como firewall que viene en todas las distribuciones linux en la actualidad y su función es el filtrado de paquetes, traducción de direcciones de red (NAT), o para llevar registros de actividad de la red. Es ampliamente conocido como el *firewall de Linux* ya que el administrador puede definir políticas de filtros para el tráfico de la red. Ofrece otras aplicaciones como para el seguimiento de conexiones.

En resumen iptables le permite al administrador de la red o del sistema generar reglas de que medidas se tomaran con los paquetes que transitan por la red con una serie cantidad de comandos. Las reglas se agrupan en cadena cada cadena es una lista ordenada de reglas. Las cadenas se agrupan en tablas cada tabla está asociada con un tipo diferente de procesamiento de paquetes. Esta herramienta permite el continuo monitoreo constante de la red para evitar consumo del ancho de banda de una manera inadecuada. Existe una versión para el protocolo ipv6 llamada iptables6.

#### 5.2.2.4. X-WRT FIRMWARE

La red mesh implementada en la investigación no tenía ninguna tipo de seguridad en términos más claros cualquier persona podría estar en la red sin necesidad de pasar a través de un proceso de autenticación lo cual la hace vulnerable a los ataques esto se debe a que se utilizo Freifunk, el cual no tiene seguridad para proteger la red creada. Existen otros firmware que contiene módulos de seguridad para la protección de la red que contiene el servicio pero esto conlleva a un estudio más profundo lo que sería una extensión de da la investigación realizada. Este firmware llamado X-WRT tiene acceso a una serie de pequeños programas(paquetes) que aumentan el rango de funcionalidades de el Access Point o Router inalámbrico puede ofrecer; incluyendo aspectos de seguridad para la red[33].

Las categorías de paquetes del firmware, que ofrecen seguridad serían:

- Firewall
- Manejo de Calidad de Servicio (QoS)
- OpenVPN
- Filtrado de MAC Address en la red
- Software para implementar servicio de Hotspot (conexión abierta a los usuarios, bajo alguna suscripción o pago por uso)

En los entornos de implementación mencionados en la investigación X-WRT sería la mejor opción para la implementación del servicio y no tener problemas de seguridad u otro problema que se presente en la red.

### 5.2.3. OTROS FOCOS DE INVESTIGACIÓN A CONSIDERAR

#### 5.2.3.1. PROYECTO MESH POTATO

Es un proyecto que está desarrollando un router inalámbrico con dos puertos: un puerto de red estándar RJ45, para conectar equipos LAN y un puerto convencional RJ11 para conectar un teléfono regular. El objetivo es crear un solo equipo que fusione las funcionalidades de un router Wi-Fi y un VoIP Gateway. Es muy importante destacar es que es desarrollado con código abierto y hardware abierto que lo hace una alternativa de bajo costo para quienes lo deseen utilizar en algún momento [27].



**Figura V.1: Prototipo de Mesh Potato (hasta enero 2010)**

Mesh Potato es inspirado por la necesidad de reducir el costo satisfacer las necesidades de los países en vías de desarrollo.

El grupo que está en desarrollo del mesh potato es Village Telco, junto con otros patrocinadores del proyecto; la finalidad de ellos es que el mesh potato pueda brindar servicios de telefonía confiables y que tengan alta resistencia a condiciones climáticas no favorables, de tal manera que puedan ser colocados de manera segura en interiores como exteriores [27].

#### 5.2.3.2. INICIATIVA IEEE 802.11s

Dada la popularidad y promesa de las redes tipo mesh a nivel mundial, en 2003 IEEE creó un grupo de trabajo para desarrollar el estándar IEEE 802.11s. Este estándar propone establecer un patrón de interconectividad entre redes mesh que ya estén implementadas, además de proponerlo a las empresas de manufactura de equipos de redes como un estándar de producción. IEEE 802.11s está basado en el concepto de WDS(Wireless Distribution System) para definir “una red tipo mesh”, y sobre éste basa su trabajo [34].

El estándar provee la asignación de más “roles lógicos” a los participantes dentro de la red mesh, de una forma más definida que las redes mesh tradicionales, donde solo hay tres niveles de roles: participante y nodo no-mesh. Los roles serían los siguientes:

- Mesh Point(MP): nodo mesh con operaciones de control, operación de la red y mantenimiento.
- Mesh AP(MAP): nodo MP que además provee acceso a los recursos de la red mesh a nodos inalámbricos no mesh como terminales de usuario final.
- Stations(STA): nombre para terminales de usuario final(ordenadores, smartphones, etc.).
- Mesh Portal(MPP): nodo MP que tiene salida no mesh hacia otras redes.

Junto a los roles, 802.11s provee un protocolo de enrutamiento llamado HWMP(Hybrid Wireless Mesh Protocol) que se basa en un esquema de vector-distancia y recorrido de jerarquía de los nodos en red.

La flexibilidad propuesta hasta el momento, permitiría utilizar otros protocolos de enrutamiento junto al resto de la implementación; sería interesante conocer de esfuerzos por implementar estos documentos de revisión junto a alguna implementación del protocolo de enrutamiento OLSR, el cual fue utilizado para las pruebas de la investigación.

El documento, a fecha de septiembre 2010, se encuentra en una fase de revisión o “draft” [35].

## VI. BIBLIOGRAFÍA

## 6.1. MATERIAL IMPRESO

1. Bicket, et.al; Architecture and Evaluation of an Unplanned Mesh Network; Conferencia MOBICOM 2005.
2. Biswas, Morris; Opportunistic Routing In Multi-Hop Wireless Networks; Conferencia SIGCOMM 2005.
3. Castillo, Aris; Uso de Redes Wireless Mesh Como Alternativa de Comunicación en Comunidades Rurales; NoticIEEEro, IEEE Sección Panamá; 2005.
4. Flickenger, Rob; Building Wireless Community Networks; O'Reilly Media; Primera Edición; 2003.
5. Flickenger, Rob; Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo; Hacker Friendly Publishing; Segunda Edición; 2008.
6. Forouzan, Behrouz; Transmisión de Datos y Redes de Comunicaciones; McGraw Hill; Segunda Edición; 2005.
7. González, Leonardo; Proyecto TRICALCAR, Materiales de Documentación Técnica, Unidad 13: Mesh; Publicado por Fundación EsLaRed, bajo licencia Creative Commons AttributionShareAlike 2.5; 2007.
8. Landivar, Edgar; Comunicaciones Unificadas con Elastix, Volumen 1; Lulu.com Publishing; 2008.
9. Mahler, Paul; VoIP Telephony with Asterisk; Signate LLC; 2004.
10. Network Working Group; RFC 3626: Optimized Link-State Routing Protocol; Internet Engineering Task Force.

11. Perkins, Charles E. ; Ad Hoc Networking; Addison-Wesley; Primera Edicion; 2001
12. Pressman, Roger S; Ingeniera del Software: Un Enfoque Aplicado; McGraw Hill; 6ta Edición 2005.
13. Sharif, Ben; Elastix Without Tears; Publicado por ElastixConnection, bajo licencia Creative Commons By-Attrib Non-Commercial Share-Alike 2.1 ; Segunda Edición; 2008.
14. Subramanian, et.al; Rethinking Wireless for the Developing World; Conferencia SIGCOMM 2006.
15. Van Meggelen, et.al; Asterisk: The Future of Telephony; O'Reilly Media, Inc.; Segunda Edición; 2007.

## 6.2. INTERNET

16. Freifunk Movement; <http://start.freifunk.net>
17. Google; Documentación Oficial de Google Maps API; <http://code.google.com/apis/maps/documentation/index.html>
18. Internet World Stats: Internet Usage And Population In Central America; <http://www.internetworldstats.com/stats12.htm>
19. Martínez Saez, Fernando; VoipForo.com: H.323; <http://www.voipforo.com/H323/H323objetivo.php>
20. Martínez Saez, Fernando; VoipForo.com: IAX - Inter-Asterisk eXchange protocol; <http://www.voipforo.com/IAX/IAX-arquitectura.php>
21. Martínez Saez, Fernando; VoIPForo.com: SIP (Session Initiation Protocol); <http://www.voipforo.com/SIP/SIParquitectura.php>
22. Ninux.org; Ninux.org's OLSR Network Topology; <http://www.ninux.org/OLSRTopology>
23. OLSR Routing Protocol Mailing Lists; <http://lists.olsr.org/pipermail/olsr-announce/>
24. OpenWrt Firmware; <http://openwrt.org>
25. Prototype JavaScript Framework; Prototype Tips and Tutorials; <http://www.prototypejs.org/learn>
26. Proyecto “Wireless Africa”; Wireless Mesh Networking; [http://wirelessafrica.meraka.org.za/wiki/index.php/Wireless\\_Mesh\\_Networking](http://wirelessafrica.meraka.org.za/wiki/index.php/Wireless_Mesh_Networking)
27. Proyecto Village Telco; <http://www.villagetelco.org/>



28. Refsnes Data; w3Schools Documentation; [www.w3schools.com](http://www.w3schools.com)
29. Stutz, Michael; Automate interactive transactions with Expect; 3 ago. 2006; <http://www.linux.com/archive/feed/56066>
30. The PHP Group; PHP Online Documentation; <http://www.php.net/manual/en/index.php>
31. The PHP-API Project for Asterisk; <http://code.google.com/p/asterisk-php-api/>
32. Wi-Fi Alliance; Featured Topics; [http://www.wi-fi.org/knowledge\\_center\\_overview.php](http://www.wi-fi.org/knowledge_center_overview.php)
33. X-Wrt Team; X-Wrt User Enhancements for OpenWrt; <http://www.x-wrt.org>
34. Camp, Knightly; The IEEE 802.11s Extended Service Set Mesh Networking Standard; <http://networks.rice.edu/publications.html>
35. 802.11s Task Group, IEEE; Status of Project IEEE 802.11s; [http://www.ieee802.org/11/Reports/sgs\\_update.htm](http://www.ieee802.org/11/Reports/sgs_update.htm)

## VII. ANEXOS

## 7.1. CÓDIGO FUENTE DE LAS APLICACIONES DESARROLLADAS

### 7.1.1. APLICACIÓN: DIRECTORIO WEB

#### Archivo *user\_delete.php*

```
<?php
// descripción
// script para eliminar usuarios del sistema

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// contiene el identificador del usuario
$id_usuarios = $_POST["id_usuarios"];

// consulta para eliminar a los usuarios
$query = "delete from usuarios where id_usuarios = $id_usuarios ";

// ejecución de la consulta
mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

// si la consulta se ejecuto bien
if( mysql_errno() == 0 )
{
    // presenta el mensaje
    echo "<span style=\" color:#0000FF\">Usuario actualizado con
    exito</span><br>";

    ?>

    <script language="javascript">
```

```
        reload_script('user/user_list.php','params=0','content');

    </script>

    <?php
}
// de lo contrario
else
{
    // presenta el mensaje
    echo "<span style=\" color:#FF0000\">Error en la consulta</span><br>";

    // detiene la ejecución del script
    exit;
}
?>
```

### Archivo *user\_form.php*

```
<?php
// descripción
// script que contiene los campos del usuario

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// si existe la variable id_usuarios
if(isset($_GET["id_usuarios"]))
{
    // obtiene el identificador del usuario
    $id_usuarios = $_GET["id_usuarios"];

    // consulta para seleccionar la información del usuario
    $query2 = "
select
u.nombre as name,
u.apellido as lastname,
u.cedula as cip,
u.direccion as address,
u.cargo as position,
u.extension as extension,
u.usuario as user,
u.password as pass,
u.id_rol as id_rol
from
usuarios u
where
u.id_usuarios = $id_usuarios ";

    // ejecución de la consulta
```

```

$result = mysql_query($query2) or die($query2."<br>".mysql_error());

// obtiene los datos de la consulta
$row = mysql_fetch_array($result);

$name = $row["name"];
$lastname = $row["lastname"];
$cip = $row["cip"];
$address = $row["address"];
$position = $row["position"];
$extension = $row["extension"];
$user2 = $row["user"];
$pass = $row["pass"];
$id_rol = $row["id_rol"];
$pass2 = $pass;
}
?>
<div class="lightBox_bar">
    <div align="right" style=" height:25px; width:28px; float:right">
        <span ><a href="#" class="lbAction" rel="deactivate">X</a></span>
    </div>
</div>
<form name="userForm" id="userForm" class="userForm">
    <table cellpadding="1" cellspacing="1" border="0">
        <tr>
            <td>
                Nombre
            </td>
            <td>
                <input type="text" name="name" id="name" value="<?php
if(isset($name)){ echo $name; } ?>" />
            </td>
        </tr>
    </table>

```

```

        <td>

                Apellido

        </td>

        <td>

                <input type="text" name="lastname" id="lastname"
value="<?php if(isset($lastname)){ echo $lastname;} ?>" />

        </td>

</tr>

<tr>

        <td>

                Cedula

        </td>

        <td>

                <input type="text" name="cip" id="cip" value="<?php
if(isset($cip)){ echo $cip; } ?>" />

        </td>

        <td>

                Direcci&oacute;n

        </td>

        <td>

                <textarea cols="20" rows="5" name="address"
id="address" ><?php if( isset($address) ){ echo $address; } ?></textarea>

        </td>

</tr>

<tr>

        <td>

                extension

        </td>

        <td>

                <input type="text" name="extension" id="extension"
value="<?php if(isset($extension)){ echo$extension; } ?>" />

        </td>

        <td>

                usuario


```

```

        </td>

        <td>

                <input      type="text"      name="user2"      id="user2"
value="<?php if(isset($user2)){ echo $user2; } ?>" />

        </td>

</tr>

<tr>

        <td>

                Rol

        </td>

        <td>

                <select name="rol" id="rol">

                        <option value=""></option>

                        <?php

                                // consulta para seleccionar los roles
del usuario                                $query = " select r.id_rol as id_rol,
                                r.descripcion as rol from roles r ";

                                // ejecutar consulta
                                $result = mysql_query($query) or
die($query."<br>".mysql_error());

                                while(                                $row                                =
mysql_fetch_array($result) )

                                {

                                        $id_rol = $row["id_rol"];
                                        $roles = $row["rol"];

                                // si tienen valores iguales
                                if( $id_rol == $id_rol )

                                {

```



```

seleccionado // se observa el valor

echo " <option
value=\" $id_rol es \" selected=\" true \"> $roles </option> ";

}

// de lo contrario

else

{

// se presenta la opcion

echo " <option
value=\" $id_rol es \"> $roles </option> ";

}

}

?>

</select>

</td>

<td>

Cargo

</td>

<td>

<input type="text" name="position" id="position"
value="<?php if(isset($position)){ echo $position; } ?>" />

</td>

</tr>

<tr>

<td>

Password

</td>

<td>

<input type="password" name="pass" id="pass"
value="<?php if(isset($pass)){ echo $pass ; } ?>" />

</td>

<td>

```

```

confirmaci&oacute;n

<br>

de password

</td>

<td>

        <input    type="password"    name="pass2"    id="pass2"
value="<?php if(isset($pass2)){ echo $pass2; } ?>" />

</td>

</tr>

<tr>

<td>

        <?php

                // contiene el mensaje del boton

                $button_msg = "Submit";

                // contiene la accion del boton

                $button_action
"get_data('userForm','user/user_insert.php','result')";

                // sí existe el identificador del usuario

                if(isset($id_usuarios))

                {

                        // obtiene una nueva accion

                        $button_action
"get_data('userForm','user/user_update.php','result')";

                        // obtiene el mensaje

                        $button_msg = "Update";

                        ?>

                                <input                                type="hidden"
name="id_usuarios" id="id_usuarios" value="<?php echo $id_usuarios; ?>" />

```

```

                                <input                                type="hidden"
name="current_ext" id="current_ext" value="<?php echo $extension; ?>" />

                                <?php

                                }

                                ?>

                                <input    type="button"    name="submit"    id="submit"
onclick="<?php echo $button_action; ?>" value="<?php echo $button_msg; ?>" />

                                </td>

                                <td>

                                <input    type="button"    value="Limpiar"    name="reset"
id="reset" onclick="clear_form('userForm') " />

                                </td>

                                </tr>

                                <tr>

                                <td colspan="2">

                                <div id="result" style="width:300px; height:50px" >

                                </div>

                                </td>

                                </tr>

                                </table>

</form>

```

### Archivo *user\_insert.php*

```

<?php
// descripción
// script para ingresar la información del usuario

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// variable enviadas desde el formulario

```

```

$name = $_POST["name"];
$lastname = $_POST["lastname"];
$cip = $_POST["cip"];
$address = $_POST["address"];
$position = $_POST["position"];
$extension = $_POST["extension"];
$user2 = trim($_POST["user2"]);
$pass = trim($_POST["pass"]);
$pass2 = trim($_POST["pass2"]);
$id_rol = $_POST["rol"];

// contiene los errores
$error = "";

// contador de errores
$cont = 0;

// si contiene una cadena vacia
if(empty($name))
{
    // obtiene la cadena con el mensaje de error
    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
nombre</span><br>";

    // contador incrementa en uno
    $cont++;
}

// si contiene una cadena vacia
if(empty($lastname))
{
    // obtiene la cadena con el mensaje de error

```

```

        $error      .=      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Debe      ingresar      el
apellido</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($cip))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error      .=      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Debe      ingresar      la
cedula</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($extension))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error      .=      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Debe      ingresar      la
extension</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($user2))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

```

```

        $error      .=      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Debe      ingresar      el
usuario</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($id_rol))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error      .=      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Debe      ingresar      el
rol</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($pass))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error      .=      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Debe      ingresar      el
password</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí el password no coincide
    if( $pass != $pass2 )
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

```

```

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El password debe ser
igual</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

// sí la variable no tiene una cadena vacia
if(!empty($user2))
{
    // consulta que verifica si el usuario existe
    $query = " select id_usuarios from usuarios where usuario like '$user2'";

    // ejecución de la consulta
    $result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

    // sí el valor es mayor que cero
    if( mysql_num_rows($result) > 0 )
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El usuario existe
ingrese otro</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }
}

// sí la extension no es un numero
if(!ereg("[0-9]+$",$extension))
{
    // obtiene la cadena con el mensaje de error

```

```

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">La extensión debe ser un
número</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí la extension no es un numero
    if(ereg("[0-9]+$",$extension))
    {

        // consulta que verifica si el usuario existe

        $query = " select id_usuarios from usuarios where extension like
'$extension' ";

        // ejecución de la consulta

        $result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

        // sí el valor es mayor que cero

        if( mysql_num_rows($result) > 0 )
        {

            // obtiene la cadena con el mensaje de error

            $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">La extensión existe
ingrese otra</span><br>";

            // contador incrementa en uno

            $cont++;

        }
    }

    // sí el contador es igual a cero
    if($cont > 0)
    {

        // presenta los errores
    }

```



```

        echo $error;

        // detiene la ejecución del script
        exit;
    }
    // de lo contrario procede a ingresar la información del usuario
else
{
    // consulta para ingresar la información del usuario
    $query2 = "insert into usuarios (nombre, apellido, cedula, direccion, cargo, extension, usuario, password, id_rol) values ('".$name."', '".$lastname."', '".$scip."', '".$address."', '".$position."', '".$extension."', '".$user2."', '".$pass."', '".$id_rol."');";

    // ejecución de la consulta
    mysql_query($query2) or die($query2."<br>".mysql_error());

    // si la consulta se ejecuto bien
    if( mysql_errno() == 0 )
    {
        // presenta el mensaje
        echo "<span style=\" color:#0000FF\">Usuario ingresado con éxito</span><br>";

        ?>

        <script language="javascript">

        reload_script('user/user_list.php','params=0','content');

        lighBoxHandler.deactivate();

        </script>

        <?php
    }

    // de lo contrario
else
{

```

```

                // presenta el mensaje

                echo      "<span      style=\"      color:#FF0000\">Error      en      la
consulta</span><br>";

                // detiene la ejecución del script

exit;

        }

}

?>

```

### Archivo *user\_list.php*

```

<?php

// descripcion:

// script que presenta la lista de usuarios del sistema y su respectiva
informacion

// script para obtener una conexion a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// consulta para seleccionar la informacion de los usuarios del sistema
$query = "
select
u.id_usuarios as id_usuarios,
u.nombre as nombre,
u.apellido as apellido,
u.extension as extension,
r.descripcion as rol
from
usuarios u
left outer join roles r on r.id_roles = u.id_roles
";

// ejecucion de la consulta
$result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

```

```

// contiene el numero de los usuarios
$number = mysql_num_rows($result);

?>
<br>
<br>

&nbsp;
&nbsp;&nbsp;&nbsp;<div class="buttons_bg">
    <a href="javascript:void(0)"
onclick="lighthBoxHandler.activate('user/user_form.php')" >nuevo usuario</a>
</div>
<br>
<br>
<?php

// si el valor es mayor que cero
if( $number > 0 )
{

    ?>

    <table cellpadding="1" cellspacing="1" border="0" width="100%" >
        <thead style="background-color:#7F7F7F;">
            <tr>
                <th width="20%" >
                    Nombre
                </th>
                <th width="20%" >
                    Apellido
                </th>
                <th width="20%" >

```

```

        Extension

    </th>

    <th width="20%" >

        Rol

    </th>

    <th width="10%" >

        &nbsp;

    </th>

    <th width="10%" >

        &nbsp;

    </th>

</tr>
</thead>

<?php

// variable para cambiar los colores de la celdas
$cambios = 2;

// ciclo para desplegar la informacion de los usuarios
while( $row = mysql_fetch_array($result))
{
    // si $cambio es igual a 1
    if( $cambios == 1 )
    {
        $color = "#BFBFBF";

        $cambios = 2;
    }
    else
    {
        $color = "#FFFFFF";

        $cambios = 1;
    }
}

```

```

// contiene el identificador del usuario
$id_usuarios = $row["id_usuarios"];

// contiene el nombre del usuario
$nombre = $row["nombre"];

// contiene el apellido del usuario
$apellido = $row["apellido"];

// contiene la extension del usuario
$extension = $row["extension"];

// contiene el rol del usuario
$rol = $row["rol"];

?>

<tr bgcolor="<?php echo $color; ?>" >
    <td>

        <?php echo $nombre; ?>

    </td>
    <td>

        <?php echo $apellido; ?>

    </td>
    <td>

        <?php echo $extension; ?>

    </td>
    <td>

        <?php echo $rol; ?>

    </td>
    <td>

```

```

                                <a                                href="javascript:void(0)"
onclick="lighBoxHandler.activate('user/user_form.php?id_usuarios=<?php      echo
$id_usuarios; ?>')">Editar</a>

                                </td>

                                <td>

                                <a                                href="javascript:void(0)"
onclick="delete_user('<?php echo $id_usuarios; ?> ')">Eliminar</a>

                                </td>

                                </tr>

                                <?php

                                }

                                ?>

                                <tr>

                                <td colspan="6">

                                <div id="user_div">

                                </div>

                                </td>

                                </tr>

                                <?php

                                }

                                // de lo contrario presenta un mensaje
                                else
                                {

                                echo "<span style=\" color:#FF0000\">No tiene usuarios</span><br>";

                                }

                                ?>

```

### Archivo *user\_update.php*

```

<?php

// descripción

```

```

// script para actualizar la información del usuario

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// variable enviadas desde el formulario
$id_usuarios = $_POST["id_usuarios"];
$name = $_POST["name"];
$lastname = $_POST["lastname"];
$cip = $_POST["cip"];
$address = $_POST["address"];
$position = $_POST["position"];
$extension = $_POST["extension"];
$current_ext = $_POST["current_ext"];
$user2 = trim($_POST["user2"]);
$pass = trim($_POST["pass"]);
$pass2 = trim($_POST["pass2"]);
$id_rol = $_POST["rol"];

// contiene los errores
$error = "";

// contador de errores
$cont = 0;

// si contiene una cadena vacía
if(empty($name))
{
    // obtiene la cadena con el mensaje de error
    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
nombre</span><br>";

    // contador incrementa en uno

```

```

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($lastname))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
apellido</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($cip))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar la
cedula</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($extension))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar la
extension</span><br>";

        // contador incrementa en uno
    }

```



```

        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($user2))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
usuario</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($id_rol))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
rol</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($pass))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
password</span><br>";

        // contador incrementa en uno

```

```

        $cont++;
    }

    // sí el password no coincide
    if( $pass != $pass2 )
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El password debe ser
igual</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // sí la extension no es un numero
    if(!ereg("[0-9]+$", $extension))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">La extensión debe ser un
número</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si la actual extension es diferente a la que se ingresara
    if( $current_ext != $extension )
    {
        // sí la extension no es un numero
        if(ereg("[0-9]+$", $extension))
        {
            // consulta que verifica si el usuario existe

```

```

        $query = " select id_usuarios from usuarios where extension like
'$extension' ";

        // ejecución de la consulta
        $result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

        // sí el valor es mayor que cero
        if( mysql_num_rows($result) > 0 )
        {
            // obtiene la cadena con el mensaje de error
            $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">La extensión
existe ingrese otra</span><br>";

            // contador incrementa en uno
            $cont++;
        }
    }

}

// sí el contador es igual a cero
if($cont > 0)
{
    // presenta los errores
    echo $error;

    // detiene la ejecución del script
    exit;
}

// de lo contrario procede a ingresar la información del usuario
else
{

```

```

        // consulta para actualizar la información del usuario

        $query2 = " update usuarios set nombre = '". $name."', apellido =
        '". $lastname."', cedula = '". $cip."', direccion = '". $address."', cargo =
        '". $position."', extension = '". $extension."', usuario = '". $user2."', password
        = '". $pass."', id_rols = '". $id_rol.'" where id_usuarios = $id_usuarios ";

        // ejecución de la consulta

        mysql_query($query2) or die($query2."<br>".mysql_error());

        // si la consulta se ejecuto bien

        if( mysql_errno() == 0 )
        {

            // presenta el mensaje

            echo "<span style=\" color:#0000FF\">Usuario actualizado con
            exito</span><br>";

            ?>

            <script language="javascript">

            reload_script('user/user_list.php','params=0','content');


            lighBoxHandler.deactivate();

            </script>

            <?php
        }

        // de lo contrario

        else

        {

            // presenta el mensaje

            echo "<span style=\" color:#FF0000\">Error en la
            consulta</span><br>";

```

```

        // detiene la ejecución del script
        exit;

    }

}

?>

```

### Archivo *call\_search\_result.php*

```

<?php
// descripcion
// script que presenta los resultados de la busqueda

// script para obtener una conexion a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// obtiene el valor para realizar la busqueda
$search_field = $_POST["search_field"];

// consulta para realizar la busqueda
$query = " select nombre,apellido, extension from usuarios where nombre like
'%" . $search_field . "%' or apellido like '%" . $search_field . "%' ";

// ejecutar la consulta
$result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

// si el valor de la funcion es mayor que cero
if( mysql_num_rows($result) > 0 )
{
    ?>

    <table cellpadding="1" cellspacing="1" border="0" width="100%">

        <thead style="background-color:#7F7F7F;">

            <tr>

                <th>

                    Nombre

```

```

        </th>

        <th>

                Apellido

        </th>

        <th>


        </th>

    </tr>

</thead>

<tbody>

<?php

    // variable para cambiar los colores de la celdas
    $cambios = 2;

    // ciclo para desplegar la informacion de los usuarios
    while( $row = mysql_fetch_array($result))
    {

        // si $cambio es igual a 1
        if( $cambios == 1 )
        {

            $color = "#BFBFBF";

            $cambios = 2;

        }
        else
        {

            $color = "#FFFFFF";

            $cambios = 1;

        }

        // contiene el nombre del usuario
        $nombre = $row["nombre"];

```

```

        // contiene el apellido del usuario
        $apellido = $row["apellido"];

        // contiene la extension del usuario
        $extension = $row["extension"];

    ?>

    <tr bgcolor="<?php echo $color; ?>" >

        <td>

            <?php echo $nombre; ?>

        </td>

        <td>

            <?php echo $apellido; ?>

        </td>

        <td>

            <a
                                href="javascript:void(0)"
onclick="reload_script('calls/calls.php','phone1=<?php echo
$_SESSION["extension"]; ?>&phone2=<?php echo $extension; ?>','call_div')"
><?php echo $extension; ?></a>

        </td>

    </tr>

    <?php
        }

    ?>

    </tbody>

</table>

<?php
}
else
{
    echo "No existen registros";
}
?>

```

### ***Archivo calls.php***

```
<?php
```

```
// descripcion
// script para realizar las llamadas

// script para obtener una conexion a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// contiene el telefono del usuario actual
$phone1 = $_POST["phone1"];

// contiene el telefono a quien se desar llamar
$phone2 = $_POST["phone2"];

// ejecucion de la llamada
$resultado = system(" asterisk -rx ' originate sip/".escapeshellarg($phone1).
extension ".escapeshellarg($phone2)."@from-internal ' ",$ret_val);

?>
```



### ***Archivo calls\_search.php***

```
<?php
// descripcion
// script que presenta una busqueda de usuarios

// script para obtener una conexion a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");
?>

<form name="search_form" id="search_form" class="search_form" action="#">
    <table cellpadding="1" cellspacing="1" border="0">
        <tr>
            <td>
                Busqueda de Miembros
            </td>
            <td>
                <input
size="50" >
                    type="search_field"
                    id="search_field"
                </td>
            <td>
                <input
value="Buscar"
onclick="get_data('search_form','calls/call_search_result.php','call_search_div
')" />
                    type="button"
                    id="botton"
                    name="botton"
                </td>
        </tr>
    </table>
</form>
<br />
<br />
<div id="call_search_div">

</div>
<br />
<br />
```

```
<div id="call_div">
```

```
</div>
```

### Archivo *config.php*

```
<?php
// descripcion:
// script contiene las variables que son necesarias para la
ejecucion del software

session_start();

// contiene el nombre de la base de datos
$dbname = "call_software";

$server = "localhost";

$user = "root";

//$password = "eLaStIx.2oo7";

$password = "cristo";
?>
```

### Archivo *dbconnect.php*

```
<?php
// descripcion:
// script que realiza la coneccion al servidor de la base de datos
```

```
// incluye el archivo que tiene las variables del sistema
include("config.php");

// obtiene el enlace de coneccion a la base datos
$link = mysql_connect($server,$user,$password) or die(mysql_error());

// seleccion de la base de datos
mysql_select_db($dbname,$link);

?>
```

### Archivo *auth.php*

```
<?php

// descripcion:

// script para verificar si el usuario existe en el sistema ademas obtiene el
rol que tiene

// script para obtener una conexion a la base de datos
include("include/dbconnect.php");

// obtiene el nombre del usuario en el sistema
$username = $_POST["username"];

// obtiene el password del usuario
$pass = $_POST["pass"];

//echo "dbname: ". $dbname;

// contador para los errores
$cont = 0;

// contiene los errores para desplegarlos
```

```

$error = "";

// si $username contiene una cadena vacia
if(empty($username))
{
    // obtiene un mensaje de error
    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el nombre del
usuario</span><br>";

    // contador incrementa en uno
    $cont++;
}

// si $pass contiene una cadena vacia
else if(empty($pass))
{
    // obtiene un mensaje de error
    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el password del
usuario</span><br>";

    // contador incrementa en uno
    $cont++;
}

if( $cont != 0 )
{
    // presenta los errores
    echo $error;

    // detiene la ejecucion del script
    exit();
}

```

```

// consulta para verificar si el usuario existe dentro del sistema

$query = " select id_usuarios as id_user, id_rol as id_rol, extension as
extension from usuarios where usuario like '$username' and password like
'$pass' ";

// run query

$result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

//echo "query: ". $query;

// obtiene el numero de filas obtenidas de la consulta

$number = mysql_num_rows($result);

// si el valor es igual a 1 el usuario existe
if( $number == 1 )
{
    // obtiene data extraida de la base de datos

    $row = mysql_fetch_array($result);

    // obtiene el rol del usuario dentro del sistema

    $_SESSION["id_rol"] = $row["id_rol"];

    // obtiene el identificador del usuario dentro del sistema

    $_SESSION["id_user"] = $row["id_user"];

    // obtiene la extension del usuario

    $_SESSION["extension"] = $row["extension"];

    mysql_close($link);

    ?>

    <script language="javascript" >

        window.setTimeout('window.location="index2.php";
',1000);

```

```
        </script>

    <?php
}
else
{
    // presenta un mensaje de error
    echo "<span style=\" color:#FF0000\">Usuario no existe</span>";

    // cierra la coneccion
    mysql_close($link);

    // detiene la ejecucion del script
    exit;
}
?>
```

## Archivo *index.php*

```
<?php
// descripcion:
// script que presenta los campos que debe utilizar el usuario para tener
acceso al sistema

?>

<html>
    <head>
        <title>Call Software</title>
        <link rel="stylesheet" href="css/main.css" type="text/css">

        <script    lenguaje="javascript"    src="js/prototype.js"
type="text/javascript"></script>
        <script    lenguaje="javascript"    src="js/main.js"
type="text/javascript"></script>
        <script    lenguaje="javascript"    src="js/user.js"
type="text/javascript"></script>
    </head>
    <body>
        <div id="main_form" >
            <form name="form1" id="form1" class="form1">
                <h1 id="main_title" >Directorio Web</h1>
                <table    id="main_table"    cellpadding="1"
cellspacing="1" border="0">
                    <tr>
                        <td>
                            Usuario
                        </td>
                        <td>
                            <input    type="text"
name="username" id="username" />
                        </td>
                    </tr>
                </table>
            </form>
        </div>
    </body>
</html>
```

```

        <tr>
            <td>
                Password
            </td>
            <td>
                <input type="password"
name="pass" id="pass" />
            </td>
        </tr>
        <tr>
            <td>
                <input type="button"
value="Aceptar" name="submit" id="submit"
onclick="get_data('form1','auth.php','result') " />
            </td>
            <td>
                <input type="button"
value="Limpiar" name="reset" id="reset" onclick="clear_form('form1') " />
            </td>
        </tr>
        <tr>
            <td colspan="2">
                <div id="result"
style="widht:300px; height:50px" >
                </div>
            </td>
        </tr>
    </table>
</form>
</div>
</body>
</html>

```



## Archivo *index2.php*

```
<?php
// descripcion:
// script que presenta las opciones que tiene el usuario dentro del sistema

include("include/config.php");

?>
<html>
    <head>
        <title>Call Software</title>
        <link type="text/css" rel="stylesheet" href="css/main.css"
/>
        <link
href="css/lightbox.css" />
            type="text/css"
            rel="stylesheet"
        <script
type="text/javascript"></script>
            lenguaje="javascript"
            src="js/prototype.js"
        <script
type="text/javascript"></script>
            lenguaje="javascript"
            src="js/lightbox.js"
        <script
type="text/javascript"></script>
            lenguaje="javascript"
            src="js/main.js"
        <script
type="text/javascript"></script>
            lenguaje="javascript"
            src="js/user.js"
    </head>
    <body>
        <div id="table_menu">
            <table cellpadding="1" cellspacing="10" border="0">
                <tr>
                    <?php
                        if( $_SESSION["id_rol"] ==
1 || $_SESSION["id_rol"] == 2 )
```

[illegible]

```
<br>
<div id="content" >

</div>
<br>
<div id="logout" >

</div>

</body>
</html>
```

### Archivo *logout.php*

```
<?php
// descripcion
// script para que el usuario salga del sistema cuando desee

// inicializa la session actual
session_start();

// libera todas las sesiones
session_unset();

// elimina toda la informacion de las sesiones
session_destroy();
?>
<script>

    // redirecciona el script
    window.location="index.php";

</script>
```

### 7.1.2. APLICACIÓN: WEB NODE SPY

#### *Archivo: Index.php*

```
<?php
// descripción:
// script que presenta los campos que debe utilizar el usuario para tener
acceso al sistema

?>
<html>
    <head>
        <title>Web Node Spy</title>
        <link rel="stylesheet" href="css/main.css" type="text/css">
        <script language="javascript" src="js/prototype.js"
type="text/javascript"></script>
        <script language="javascript" src="js/main.js"
type="text/javascript"></script>
        <script language="javascript" src="js/user.js"
type="text/javascript"></script>
        <script type="text/javascript" src="js/maps.js"
language="javascript" ></script>

    </head>
    <body>
        <div id="main_form">
            <h1 id="main_title">Monitoreo de Nodos</h1>
            <form name="form1" id="form1" class="form1">
                <table id="main_table" cellpadding="1"
cellspacing="1" border="0">
                    <tr>
                        <td>
                            Usuario
                        </td>
                        <td>
                            <input type="text" name="username"
id="username" />

```

```

        </td>

        </tr>

        <tr>

            <td>

                Password

            </td>

            <td>

                <input type="password" name="pass"
id="pass" />

            </td>

        </tr>

        <tr>

            <td>

                <input type="button" value="Aceptar"
name="submit" id="submit" onclick="get_data('form1','auth.php','result')" />

            </td>

            <td>

                <input type="button" value="Limpiar"
name="reset" id="reset" onclick="clear_form('form1')" />

            </td>

        </tr>

        <tr>

            <td colspan="2">

```

```

                <div id="result" style="width:300px;
height:50px" >

                </div>

            </td>

        </tr>

    </table>

</form>

</div>

</body>

</html>

```

Archivo: **auth.php:**

```
<?php

// descripción:

// script para verificar si el usuario existe en el sistema además obtiene el
rol que tiene

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("include/dbconnect.php");

// obtiene el nombre del usuario en el sistema
$username = $_POST["username"];

// obtiene el password del usuario
$pass = $_POST["pass"];

// contador para los errores
$cont = 0;

// contiene los errores para desplegarlos
$error = "";

// si $username contiene una cadena vacia
if(empty($username))
{
    // obtiene un mensaje de error
    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
nombre del usuario</span><br>";

    // contador incrementa en uno
    $cont++;
}

// si $pass contiene una cadena vacia
```

```

else if(empty($pass))

{

    // obtiene un mensaje de error

    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
password del usuario</span><br>";


    // contador incrementa en uno

    $cont++;

}


// si $cont es diferente de cero
if( $cont != 0 )
{

    // presenta los errores

    echo $error;


    // detiene la ejecucion del script

    exit();

}


// consulta para verificar si el usuario existe dentro del sistema

$query = " select id_usuarios as id_user, id_rol as id_rol from usuarios
where usuario like '$username' and password like '$pass' ";


// run query

$result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());


// obtiene el numero de filas obtenidas de la consulta

$number = mysql_num_rows($result);


// si el valor es igual a 1 el usuario existe

if( $number == 1 )

```



```

{

    // obtiene data extraida de la base de datos
    $row = mysql_fetch_array($result);

    // obtiene el rol del usuario dentro del sistema
    $_SESSION["id_rol"] = $row["id_rol"];

    // obtiene el identificador del usuario dentro del sistema
    $_SESSION["id_user"] = $row["id_user"];

    // cierra el enlace a la base de datos
    mysql_close($link);
    ?>

    <script language="javascript" >

                                // ejecuta el script donde esta el menu de
opciones

    window.setTimeout('window.location="index2.php"; ',1000);

    </script>

    <?php

}

// de lo contrario
else
{

    // presenta un mensaje de error
    echo "<span style=\" color:#FF0000\">Usuario no existe</span>";

    // cierra el enlace a la base de datos
    mysql_close($link);

```

```

        // detiene la ejecución del script
        exit;
    }
?>

Index2.php

<?php
// descripción:
// script que presenta las opciones que tiene el usuario dentro del sistema

// incluye el script que presenta las variables del sistema
include("include/config.php");

$_SESSION["counter"] = 0;
?>
<html>

    <head>

        <title>Web Node Spy</title>

        <link type="text/css" rel="stylesheet" href="css/main.css" />
        <link type="text/css" rel="stylesheet" href="css/lightbox.css"
/>

        <script    lenguaje="javascript"    src="js/prototype.js"
type="text/javascript"></script>

        <script    lenguaje="javascript"    src="js/lightbox.js"
type="text/javascript"></script>

        <script    lenguaje="javascript"    src="js/main.js"
type="text/javascript"></script>

        <script    lenguaje="javascript"    src="js/user.js"
type="text/javascript"></script>

        <script                                type="text/javascript"
src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=true"></script>

        <script    type="text/javascript"    src="js/maps.js"
language="javascript" ></script>

```

```

</head>

<body onload="delay_script();">

    <div id="table_menu">

        <table cellpadding="1" cellspacing="10" border="0"
>

            <tr>

                <?php

                    if( $_SESSION["id_rol"] == 1 ||
$_SESSION["id_rol"] == 2 )

                    {

                        ?>

                            <td class="buttons_bg">

                                <a
href="javascript:void(0)"
onclick="reload_script('network/network.php','params=0','content')">

                                    Monitoreo

                                </a> &nbsp; &nbsp; &nbsp;

                            </td>

                        <?php

                            }

                        if( $_SESSION["id_rol"] == 2 )

                        {

                            ?>

                                <td class="buttons_bg">

                                    <a href="javascript:void(0)"
onclick="stop=false; reload_script('user/user_list.php','params=0','content')">

                                >

                                    Usuarios

                                </a>&nbsp; &nbsp; &nbsp;

                            </td>

                        <?php

                            }


```

```

?>
        <td class="buttons_bg">
            <a href="javascript:void(0)"
onclick="logout()">Salir </a>
        </td>

    </tr>

</table>

</div>

<div id="content" >

</div>

<div id="logout" >

</div>

</body>

</html>

```

### Archivo: *logout.php*

```

<?php
// descripción
// script para que el usuario salga del sistema cuando desee

// inicializa la sesión actual
session_start();

// libera todas las sesiones
session_unset();

// elimina toda la información de las sesiones
session_destroy();

?>

```

```
<script>

    // redirecciona el script
    window.location="index.php";

</script>
```

***Archivo: config.php***

```
<?php

// descripción:

// script contiene las variables que son necesarias para la ejecución del
software

session_start();

// contiene el nombre de la base de datos
$dbname = "web_node_spy";

// contiene el nombre del servidor
$server = "localhost";

// contiene el nombre del usuario
$user = "root";

// contiene el password
$password = "cristo";

?>
```

***Archivo: dbconnect.php***

```
<?php
// Descripción:
// script que realiza la conexión al servidor de la base de datos

// Incluye el archivo que tiene las variables del sistema
include("config.php");

// obtiene el enlace de conexión a la base datos
$link = mysql_connect($server,$user,$password) or die(mysql_error());

// selección de la base de datos
mysql_select_db($dbname,$link);

?>
```

### ***Archivo: maps.js***

```
// descripción
// script que contiene las funciones para el uso de mapas

// creación de arreglos para la visualización de los nodos
var marker_array = new Array();

// contiene los datos del mapa actual desplegado en pantalla
var mapa = "";

// contiene la información que se presentará en los tooltips
var infowindow = "";

// contiene la información para continuar el ciclo de revisión de nodos
var stop = "";

// función que se encarga de la creación de los mapas
function create_maps()
{
    // contiene la latitud y la longitud del lugar
    var latlng = new google.maps.LatLng(8.984535,-79.531515);

    // contiene los atributos del mapa
    var atributos = {
        zoom: 18,
        center: latlng,
        mapTypeId: google.maps.MapTypeId.HYBRID
    };

    // presenta el mapa
```



```

        mapa = new
google.maps.Map(document.getElementById("map_div"), atributos);

        mapa.setCenter(latlng);

        // llamada a la función para leer el archivo que tiene los
datos de los nodos
        read_file();
    }

// función para leer el archivo que contiene los datos de los nodos
function read_file()
{
    // si el arreglo contiene elementos
    if( marker_array.length > 0)
    {
        // ciclo para eliminar los marcadores del mapa
        for( var i = 0; i < marker_array.length; i++ )
        {
            // eliminando los marcadores del mapa
            marker_array[i].setMap(mapa);
        }
    }

    // contiene el script que lee la informacion de los nodos
    var url = 'network/read_file.php';

    // contiene los parametros del url
    var params = 'params=0';

    var ajax = new Ajax.Updater(
        {success: 'logout' }, url, {method: 'post', evalScripts:
true, parameters: params, onComplete: function()

```

```

        {

        }

    });

    // función que contiene el tiempo de espera para la proxima
    lectura del archivo
    delay_time();
}

// función que contiene el tiempo de espera para la realizar la próxima lectura
function delay_time()
{
    // tiempo de espera para realizar la próxima lectura del
    archivo
    window.setTimeout("read_file()",30000);
}

// función que espera unos segundos para realizar la llamada a la función
function delay_script()
{
    // funcion que llama al script que busca los datos de los nodos
    window.setTimeout("search_info()",500);
}

// función que llama al script que busca los datos de los nodos
function search_info()
{
    // contiene el nombre del script que se ejecuta
    var url = 'network/run_shell.php';

    // contiene los parametros del script

```

```

        var params = 'params=0';

        var ajax = new Ajax.Updater(
            {success: 'logout' }, url, {method: 'post', evalScripts:
true, parameters: params, onComplete: function()
            {

            }

        });

        // función que llama al script que busca los datos de los
nodos

        window.setTimeout("search_info()",60000);
    }

```

***Archivo: user.js***

```
// descripción
// script que contiene las funciones usadas en el módulo de usuarios

// función para eliminar los usuarios
function delete_user(id_usuarios)
{
    // contiene el nombre del script que ejecuta la acción
    var url = 'user/user_delete.php';

    // contiene el identificador del usuario
    var params = 'id_usuarios='+id_usuarios;

    var ajax = new Ajax.Updater(
        {success: 'user_div' }, url, {method: 'post', evalScripts:
true, parameters: params, onComplete: function()
        {

        }

    });
}
```

***Archivo: clear\_session.php***

```
<?php
// descripción
// script para inicializar las variables de sesión

// incluye el script que presenta las variables del sistema
include("../include/config.php");

$_SESSION["counter"] = 0;
?>
<script language="javascript">

// creación de arreglos para la visualización de los nodos
var marker_array = new Array();

// contiene los datos del mapa actual desplegado en pantalla
var mapa = "";

// contiene la información que se presentarán en los tooltips
var infowindow = "";

// contiene la información para continuar el ciclo de revisión de nodos
var stop = "";

</script>
```

***Archivo: network.php***

```
<?php
// descripción
// script que presenta el mapa donde se observan los nodos de la red mesh

?>

<div align="center" id="map_div" >

</div>

<script>

        // llamado a la función para la creación del mapa
        create_maps();

</script>
```

***Archivo: read\_file.php***

```
<?php
// descripcion
// script para leer la informacion de los nodos por medio del protocolo OLSR

// incluye el script que presenta las variables del sistema
include("../include/config.php");

// sesion incrementa en uno
$_SESSION["counter"]++;

// contiene las latitudes de los nodos
$lat = array("8.984535","8.984243","8.98446","8.984763");

// contiene las longitudes de los nodoss
```

```

$lng = array("-79.531515","-79.531333","-79.530947","-79.531145");

// si el existe el archivo que contiene los datos de los nodos
if(file_exists("info_nodo.txt"))
{
    // contiene las lineas del archivo
    $file = file("info_nodo.txt");

    // ciclo para eliminar caracteres que no se usaran
    for( $i = 0; $i < count($file); $i++ )
    {
        // procede a eliminar los saltos de linea del archivo
        $file[$i] = trim($file[$i]);
    }

    // contiene el primer indice donde se tiene los datos de los
nodos
    $index = array_search("Table: Topology",$file,true);

    // contiene el ultimo indice donde se tiene los datos de los
nodos
    $index2 = array_search("Table: HNA",$file,true);

    // contador inicializado
    $j = 0;

    // arreglo inicializado
    $nodos = array();

    // si $index y $index2 contienen un valor distinto de false
    if( $index !== false && $index2 !== false )
    {
        // ciclo para obtener los datos de los nodos

```

```

for( $i = $index; $i < $index2; $i++ )
{
    // si el valor de $i es mayor que $index y menor que
    $index2

    if( $i > $index + 1 && $i < $index2 - 1 )
    {
        // contiene los datos de los nodos
        $nodos[$j] = explode("    ", $file[$i]);

        // contador incrementa en uno
        $j++;
    }
}

// arreglo inicializado
$IP = array();

// si el arreglo contiene elementos
if(count($nodos) > 0)
{
    // ciclo para obtener las direcciones IP de los nodos
    for( $i = 0; $i < count($nodos); $i++ )
    {
        // verifica si la direccion se encuentra en el
        arreglo

        if( array_search($nodos[$i][0], $IP) === false
        )
        {
            // obtiene la direccion IP del nodo
            array_push($IP, $nodos[$i][0]);
        }
    }
}

```



```

        // si $nodos y $IP tienen elementos
        if( count($nodos) > 0 && count($IP) > 0 )
        {
            // contador inicializado
            $k = 0;

            // arreglo inicializado
            $neighbors = array();

            // ciclo recorrer el arreglo de las direcciones IP
            for( $i = 0; $i < count($IP); $i++ )
            {
                // ciclo para seleccionar los datos de los
nodos vecinos
                for( $j = 0; $j < count($nodos); $j++ )
                {
                    // si $IP es igual a $nodos[$j][0]
                    if( $IP[$i] == $nodos[$j][0] )
                    {
                        // contiene los datos del nodo
vecino
                        $neighbors[$i][$k] =
implode("",$nodos[$j]);

                        // contador incrementa en uno
                        $k++;
                    }
                }
                // valor inicializado
                $k = 0;
            }
        }
    }

```

```

        // si $neighbors contiene elementos
        if( count($neighbors) > 0 )
        {
            // variable inicializada
            $point_string = " var latlng_array = new Array(); \n";

            // ciclo para crear los marcadores en el mapa
            for( $i = 0; $i < count($IP); $i++ )
            {
                // obtiene la posicion geografica del nodo
                $point_string .= "latlng_array[\".$i.\"] = ";

                // obtiene la instancia del objeto de posicion
                $point_string .= " new
                google.maps.LatLng(\".$lat[$i].\", \".$lng[$i].\"); \n ";
            }

            // variable inicializada
            $marker_string = " marker_array = new Array(); ";

            // ciclo para la creacion de los marcadores
            for( $i = 0; $i < count($IP); $i++ )
            {
                // obtiene el marcador actual
                $marker_string .= "marker_array[\".$i.\"] = ";

                // contiene la instancia del marcador
                $marker_string .= " new google.maps.Marker({
                position:latlng_array[\".$i.\"],
                map: mapa,

```

```

        title:". $IP[$i]."
```

```

    }); \n";

}

// variable inicializada
$info_window = "";

// ciclo para crear los info windows
for( $i = 0; $i < count($IP); $i++ )
{
    // obtiene la variable inicializada
    $info_window .= " ";

    // contiene la tabla donde se presentan los
datos de los nodos vecinos

    $table_header = "
    <div id=\"info_window_title\" >
        \"$IP[$i].\"
    </div>
    <br>
    <div id=\"info_window_div\">
        <table
                                cellpadding=\"1\"
cellspacing=\"1\" border=\"0\">
                                <thead>
                                    <tr>
                                        <th>
Vecinos
                                        </th>
                                        <th>
Calidad del Enlace
                                        </th>

```

```

                                <th>
Calidad del Enlace del Vecino
                                </th>
                                <th>
Costo
                                </th>
                                </tr>
                                </thead> ";

// ciclo para presentar la informacion de los
nodos vecinos
for( $j = 0 ; $j < count($neighbors[$i]);
$j++)
{
    // obtiene un arreglo con los datos del
vecino
    $temp =
explode("",$neighbors[$i][$j]);

    // obtiene los datos de los nodos
vecinos
    $table_header .= "
                                <tr>
                                <td>
". $temp[1] ."
                                </td>
                                <td>
". $temp[2] ."
                                </td>
                                <td>
". $temp[3] ."
                                </td>

```

```

                                <td>

                ".$temp[4]."

                                </td>

                                </tr> ";

        }

        // inicializa la variabe que contiene la tabla
        $text_node = "";

        // se eliminan los caracteres especiales
        $text_node
ereg_replace("[\n|\r|\n\r|\t]", "", $table_header). "</table></div>";

        // inicializa la variable
        $table_header = "";

        // inicializa la variables
        $info_window .= " var text_node = ''; ";

        // obtiene la tabla con los datos del nodo
        $info_window .= " text_node +=

        ".$text_node."'; ";

        // obtiene la instancia del objeto
        $info_window .= " infowindow_\".$i.\" = new
google.maps.InfoWindow({

                content:text_node }); ";

        // agrega el info window a el marcador
correspondiente

        $info_window
        google.maps.event.addListener(marker_array[".$i.\"], 'click', function() {

```

```

        infowindow_ ".$i.".open(mapa,marker_array["$i."]);

    }); ";

    // inicializa las variables de nuevo

    $info_window .= " \n";

    }

    }

}

?>
<script language="javascript">

    // presenta las posiciones de los nodos
    <?php echo $point_string; ?>

    // crea los marcadores de los nodos
    <?php echo $marker_string; ?>

    // presenta los info windows
    <?php echo $info_window; ?>

</script>

```

***Archivo: run\_shell.php***

```
<?php
// descripción:
// script que realiza un login al router para extraer los datos
// de los nodos en la red mesh donde se encuentra

// ejecución del login al router
system("expect mylogin.sh");

// ejecución del script que copia el archivo que contiene los datos de los
nodos
system("expect myscp.sh");

// ejecución del script que elimina el archivo en el router
system("expect myrm.sh");
?>
```

***Archivo: mylogin.sh***

```
# descripción
# script ejecuta un auto login a un router y crea un archivo con la información
de los routers vecinos

#!/usr/bin/expect -f

# ejecuta el comando ssh para ejecutar el login al router
spawn ssh root@192.168.5.1

# inicializa la variable pass
set pass "admin"

# si observa la cadena "password"
```

```
expect "password"

# envia la variable $pass
send "$pass\n"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta el comando telnet y redirecciona el resultado a un archivo llamado
info_nodo.txt
send "telnet 127.0.0.1 2006 > info_nodo.txt"

# ejecuta un salto de linea y retorno
send "\n\r"

# ejecuta un salto de linea y retorno
send "\n\r"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta un salto de linea y retorno
send "\n\r"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta el logout del router
send "exit\n\r"

# ejecucion de los comandos
interact
```



### ***Archivo: myrm.sh***

```
# descripción
# script que eliminar el archivo creado en el router

#!/usr/bin/expect -f

# ejecuta el comando ssh para ejecutar el login al router
spawn ssh root@192.168.5.1

# inicializa la variable pass
set pass "admin"

# si observa la cadena "password"
expect "password"

# envia la variable $pass
send "$pass\n"

# si observa la cadena "mrt>"
expect "mrt>"

# ejecuta el comando rm para eliminar el archivo info_nodo.txt
send "rm info_nodo.txt"

# ejecuta un salto de linea y retorno
send "\n\r"

# ejecuta un salto de linea y retorno
expect "mrt>"

# ejecuta el logout del router
```

```
send "exit\n\r"

# ejecucion de los comandos

interact
```

### ***Archivo: myscp.sh***

```
# descripción

# script que realiza una copia segura del archivo creado en el router

#!/usr/bin/expect -f

# ejecucion del comando de copiar el archivo de forma segura
spawn scp root@192.168.5.1:info_nodo.txt /var/www/web_node_spy_código/network/

# inicializar la variable pass
set pass "admin"

# al ver la cadena "password"
expect "password"

# envia el valor de la variable $pass
send "$pass\n"

# si observa la cadena "Please type 'yes' or 'no':"
expect "Please type 'yes' or 'no':"

# envia la cadena "yes\r"
send "yes\r"

# si observa la cadena "Please type 'yes' or 'no':"
expect "Please type 'yes' or 'no':"

```

```
expect "Please type 'yes' or 'no':"

# envia la cadena "yes\r"
send "yes\r"

# ejecuta los comandos
interact
```

### ***Archivo: user\_delete.php***

```
<?php
// descripción
// script para eliminar usuarios del sistema

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// contiene el identificador del usuario
$id_usuarios = $_POST["id_usuarios"];

// consulta para eliminar a los usuarios
$query = "delete from usuarios where id_usuarios = $id_usuarios ";

// ejecución de la consulta
mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());
// si la consulta se ejecuto bien
if( mysql_errno() == 0 )
{
    // presenta el mensaje
    echo "<span style=\" color:#0000FF\">Usuario actualizado con
    éxito</span><br>";
}

?>
```

```

        <script language="javascript">

            reload_script('user/user_list.php','params=0','content');

        </script>

    <?php
    }
    // de lo contrario
    else
    {

        // presenta el mensaje

        echo    "<span    style=\"    color:#FF0000\">Error    en    la
consulta</span><br>";

        // detiene la ejecución del script

        exit;

    }
?>

```

#### Archivo: **user\_form.php**

```

<?php
// descripción
// script que contiene los campos del usuario

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// si existe la variable id_usuarios
if(isset($_GET["id_usuarios"]))
{

    // obtiene el identificador del usuario

    $id_usuarios = $_GET["id_usuarios"];

    // consulta para seleccionar la información del usuario

```

```

$query2 = "

select

u.nombre as name,
u.apellido as lastname,
u.cedula as cip,
u.direccion as address,
u.usuario as user,
u.password as pass,
u.id_rol as id_rol

from

usuarios u

where

u.id_usuarios = $id_usuarios ";

// ejecución de la consulta

$result          =          mysql_query($query2)          or
die($query2."<br>".mysql_error());

// obtiene los datos de la consulta

$row = mysql_fetch_array($result);

$name = $row["name"];
$lastname = $row["lastname"];
$cip = $row["cip"];
$address = $row["address"];
$user2 = $row["user"];
$pass = $row["pass"];
$id_rol = $row["id_rol"];
$pass2 = $pass;

}

?>

<div class="lightBox_bar">

```

```

        <div align="right" style=" height:25px; width:28px;
float:right">
            <span ><a href="#" class="lbAction"
rel="deactivate">X</a></span>
        </div>
</div>
<form name="userForm" id="userForm" class="userForm">
    <table cellpadding="1" cellspacing="1" border="0">
        <tr>
            <td>
                Nombre
            </td>
            <td>
                <input type="text" name="name" id="name"
value="<?php if(isset($name)){ echo $name; } ?>" />
            </td>
            <td>
                Apellido
            </td>
            <td>
                <input type="text" name="lastname"
id="lastname" value="<?php if(isset($lastname)){ echo $lastname; } ?>" />
            </td>
        </tr>
        <tr>
            <td>
                Cedula
            </td>
            <td>
                <input type="text" name="cip" id="cip"
value="<?php if(isset($cip)){ echo $cip; } ?>" />
            </td>
            <td>
                Direcci&oacute;n

```

```

        </td>

        <td>

                <textarea cols="20" rows="5" name="address"
id="address" ><?php if( isset($address) ){ echo $address; } ?></textarea>

        </td>

</tr>

<tr>

        <td>

                usuario

        </td>

        <td>

                <input type="text" name="user2" id="user2"
value="<?php if(isset($user2)){ echo $user2; } ?>" />

        </td>

        <td>

                Rol

        </td>

        <td>

                <select name="rol" id="rol">

                        <option value=""></option>

                        <?php

                                // consulta para seleccionar los
roles del usuario

                                $query = " select r.id_rol as
id_rol, r.rol as rol from roles r ";

                                // ejecutar consulta

                                $result = mysql_query($query) or
die($query."<br>".mysql_error());

                                while(                $row                =
mysql_fetch_array($result) )

                                {

```

```

$rol=$row["id_rol"];
$rol=$row["rol"];

// si tienen valores
if( $rol == $id_rol )
{
    // se observa el
    echo "<option
value=\"$rol\" selected=\"true\">$rol</option>";
}
// de lo contrario
else
{
    // se presenta la
    echo "<option
value=\"$rol\">$rol</option>";
}
}

?>
</select>
</td>
</tr>
<tr>
<td>
Password
</td>
<td>

```



```

        <input type="password" name="pass" id="pass"
value="<?php if(isset($pass)){ echo $pass ; } ?>" />

        </td>

        <td>

                confirmaci&oacute;n

                <br>

                de password

        </td>

        <td>

                <input type="password" name="pass2" id="pass2"
value="<?php if(isset($pass2)){ echo $pass2; } ?>" />

        </td>

</tr>

<tr>

        <td>

                <?php

                        // contiene el mensaje del boton

                        $button_msg = "Submit";

                        // contiene la accion del boton

                                $button_action
"get_data('userForm','user/user_insert.php','result')";

                                // sí existe el identificador del
usuario

                                if(isset($id_usuarios))

                                {

                                        // obtiene una nueva accion

                                $button_action
"get_data('userForm','user/user_update.php','result')";

                                // obtiene el mensaje

```

```

$button_msg = "Update";

?>

        <input                type="hidden"
name="id_usuarios" id="id_usuarios" value="<?php echo $id_usuarios; ?>" />

        <?php

        }

?>

        <input type="button" name="submit" id="submit"
onclick="<?php echo $button_action; ?>" value="<?php echo $button_msg; ?>" />

        </td>

        <td>

                <input                type="button"                value="Limpiar"
name="reset" id="reset" onclick="clear_form('userForm')" />

        </td>

</tr>

<tr>

        <td colspan="2">

                <div                id="result"                style="width:300px;
height:50px" >

                        </div>

        </td>

</tr>

</table>

</form>

```

***Archivo: user\_insert.php***

```
<?php
// descripción
// script para ingresar la información del usuario

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// variable enviadas desde el formulario
$name = $_POST["name"];
$lastname = $_POST["lastname"];
$cip = $_POST["cip"];
$address = $_POST["address"];
$user2 = trim($_POST["user2"]);
$pass = trim($_POST["pass"]);
$pass2 = trim($_POST["pass2"]);
$id_rol = $_POST["rol"];

// contiene los errores
$error = "";

// contador de errores
$cont = 0;

// si contiene una cadena vacia
if(empty($name))
{
    // obtiene la cadena con el mensaje de error
    $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
nombre</span><br>";

    // contador incrementa en uno
}
```

```

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($lastname))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
apellido</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($cip))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar la
cedula</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($user2))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
usuario</span><br>";

        // contador incrementa en uno

```

```

        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($id_rol))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
rol</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($pass))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
password</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si el password no coincide
    if( $pass != $pass2 )
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El password debe ser
igual</span><br>";

        // contador incrementa en uno
    }

```

```

        $cont++;
    }

    // sí la variable no tiene una cadena vacía
    if(!empty($user2))
    {
        // consulta que verifica si el usuario existe
        $query = " select id_usuarios from usuarios where usuario like
$user2'";

        // ejecución de la consulta
        $result      =      mysql_query($query)      or
die($query."<br>".mysql_error());

        // sí el valor es mayor que cero
        if( mysql_num_rows($result) > 0 )
        {
            // obtiene la cadena con el mensaje de error
            $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El usuario existe
ingrese otro</span><br>";

            // contador incrementa en uno
            $cont++;
        }
    }

    // sí el contador es igual a cero
    if($cont > 0)
    {
        // presenta los errores
        echo $error;

        // detiene la ejecución del script
    }

```

```

        exit;
    }
    // de lo contrario procede a ingresar la información del usuario
    else
    {
        // consulta para ingresar la información del usuario
        $query2 = "insert into
usuarios (nombre, apellido, cedula, direccion, usuario, password, id_rol)
values ('".$name."', '".$lastname."', '".$cip."', '".$address."', '".$user2."', '".$p
ass."', '".$id_rol."')";

        // ejecución de la consulta
        mysql_query($query2) or die($query2."<br>".mysql_error());

        // si la consulta se ejecuto bien
        if( mysql_errno() == 0 )
        {
            // presenta el mensaje
            echo "<span style=\" color:#0000FF\">Usuario ingresado con
exito</span><br>";

            ?>

            <script language="javascript">

            reload_script('user/user_list.php','params=0','content');

            lighBoxHandler.deactivate();

            </script>

        <?php
    }

```

```

        // de lo contrario
    else
    {
        // presenta el mensaje
        echo "<span style=\" color:#FF0000\">Error en la
consulta</span><br>";

        // detiene la ejecución del script
        exit;
    }
}
?>

```

user\_list.php

```

<?php
// descripción:
// script que presenta la lista de usuarios del sistema y su respectiva
información

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// consulta para seleccionar la información de los usuarios del sistema
$query = "
select
u.id_usuarios as id_usuarios,
u.nombre as nombre,
u.apellido as apellido,
u.usuario as usuario,
r.roles as rol
from
usuarios u

```



```

left outer join roles r on r.id_roles = u.id_roles
";

// ejecución de la consulta
$result = mysql_query($query) or die($query."<br>".mysql_error());

// contiene el numero de los usuarios
$number = mysql_num_rows($result);

?>
<br>
<br>
<div class="buttons_bg">
    <a href="javascript:void(0)"
onclick="lighthBoxHandler.activate('user/user_form.php')" >nuevo usuario</a>
</div>
<br>
<br>
<?php

// si el valor es mayor que cero
if( $number > 0 )
{

    ?>
    <table cellpadding="1" cellspacing="1" border="0"
width="100%" >
        <thead style="background-color:#7F7F7F;">
            <tr>
                <th width="20%" >
                    Nombre
                </th>

```

```

        <th width="20%" >
            Apellido
        </th>
        <th width="20%" >
            Usuario
        </th>
        <th width="20%" >
            Rol
        </th>
        <th width="10%" >
            &nbsp;
        </th>
        <th width="10%" >
            &nbsp;
        </th>
    </tr>
</thead>

<?php

// variable para cambiar los colores de la celdas
$cambios = 2;

// ciclo para desplegar la información de los usuarios
while( $row = mysql_fetch_array($result))
{
    // si $cambio es igual a 1
    if( $cambios == 1 )
    {
        $color = "#BFBFBF";
        $cambios = 2;
    }
    else

```

```

{
    $color = "#FFFFFF";
    $cambios = 1;
}

// contiene el identificador del usuario
$id_usuarios = $row["id_usuarios"];

// contiene el nombre del usuario
$nombre = $row["nombre"];

// contiene el apellido del usuario
$apellido = $row["apellido"];

// contiene el usuario
$usuario = $row["usuario"];

// contiene el rol del usuario
$rol = $row["rol"];

?>

|
|  |

```

```

                                <?php echo $rol; ?>

                                </td>

                                <td>

                                        <a
                                                href="javascript:void(0)"
onclick="lighthBoxHandler.activate('user/user_form.php?id_usuarios=<?php      echo
$id_usuarios; ?>')">Editar</a>

                                </td>

                                <td>

                                        <a
                                                href="javascript:void(0)"
onclick="delete_user('<?php echo $id_usuarios; ?> ')">Eliminar</a>

                                </td>
                                </tr>

                                <?php
                                }

                                ?>

                                <tr>

                                <td colspan="6">

                                        <div id="user_div">

                                        </div>

                                </td>

                                </tr>

                                <?php
                                }

                                // de lo contrario presenta un mensaje
                                else
                                {

                                        echo      "<span      style=\"      color:#FF0000\">No      tiene
usuarios</span><br>";

                                }

                                ?>

```

***Archivo: user\_update.php***

```
<?php
// descripción
// script para actualizar la información del usuario

// script para obtener una conexión a la base de datos
include("../include/dbconnect.php");

// variable enviadas desde el formulario
$id_usuarios = $_POST["id_usuarios"];
$name = $_POST["name"];
$lastname = $_POST["lastname"];
$cip = $_POST["cip"];
$address = $_POST["address"];
$user2 = trim($_POST["user2"]);
$pass = trim($_POST["pass"]);
$pass2 = trim($_POST["pass2"]);
$id_rol = $_POST["rol"];

// contiene los errores
$error = "";

// contador de errores
$cont = 0;

// si contiene una cadena vacía
if(empty($name))
{
    // obtiene la cadena con el mensaje de error
```

```

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
nombre</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($lastname))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
apellido</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($cip))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar la
cedula</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;
    }

    // sí contiene una cadena vacia
    if(empty($user2))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

```

```

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
usuario</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($id_rol))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
rol</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si contiene una cadena vacia
    if(empty($pass))
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error
        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">Debe ingresar el
password</span><br>";

        // contador incrementa en uno
        $cont++;
    }

    // si el password no coincide
    if( $pass != $pass2 )
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

```

```

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El password debe ser
igual</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;

    }

// sí la variable no tiene una cadena vacia
if(!empty($user2))
{
    // consulta que verifica si el usuario existe

    $query = " select id_usuarios from usuarios where usuario like
'$user2'";

    // ejecución de la consulta

    $result          =          mysql_query($query)          or
die($query."<br>".mysql_error());

    // sí el valor es mayor que cero

    if( mysql_num_rows($result) > 0 )
    {
        // obtiene la cadena con el mensaje de error

        $error .= "<span style=\" color:#FF0000\">El usuario existe
ingrese otro</span><br>";

        // contador incrementa en uno

        $cont++;

    }

}

// sí el contador es igual a cero
if($cont > 0)
{
    // presenta los errores

```



```

        echo $error;

        // detiene la ejecución del script
        exit;
    }
    // de lo contrario procede a ingresar la información del usuario
else
{
    // consulta para actualizar la información del usuario
    $query2 = " update usuarios set nombre = '". $name."', apellido
= '". $lastname."', cedula = '". $cip."', direccion = '". $address."', usuario =
'". $user2."', password = '". $pass."', id_rols = '". $id_rol.'" where id_usuarios
= $id_usuarios ";

    // ejecución de la consulta
    mysql_query($query2) or die($query2."<br>".mysql_error());

    // si la consulta se ejecuto bien
    if( mysql_errno() == 0 )
    {
        // presenta el mensaje
        echo "<span style=\" color:#0000FF\">Usuario actualizado
con exito</span><br>";

        ?>

        <script language="javascript">

```

```

        reload_script('user/user_list.php','params=0','content');

        lighthBoxHandler.deactivate();

    </script>

<?php
    }
    // de lo contrario
    else
    {
        // presenta el mensaje
        echo "<span style=\" color:#FF0000\">Error en la
consulta</span><br>";

        // detiene la ejecución del script
        exit;
    }
}
?>

```